

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Petra TROFENIK

**VPLIV pH VREDNOSTI SUBSTRATA NA RAZVOJ
BARVE PRI LOBELIJI (*Lobelia erinus* L.)**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Petra TROFENIK

**VPLIV pH VREDNOSTI SUBSTRATA NA RAZVOJ BARVE PRI
LOBELIJI (*Lobelia erinus* L.)**

DIPLOMSKODELO
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**EFFECT OF pH LEVELS OF SUBSTRATE ON COLOUR
DEVELOPMENT OF LOBELIA (*Lobelia erinus* L.)**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2015

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Biotehniški fakulteti, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Gregorja OSTERCA

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Zlata LUTHAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Gregor OSTERC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Dominik VODNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisna izjavljam, da je naloga rezultat lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Petra TROFENIK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 635.9:582:998:631:559(043.2)
KG	okrasne rastline/lobelija/ <i>Lobelia erinus</i> /substrati/pH vrednost/kislost tal/barva cvetov/antocianini
AV	TROFENIK, Petra
SA	OSTERC, Gregor (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2015
IN	VPLIV pH VREDNOSTI SUBSTRATA NA RAZVOJ BARVE PRI LOBELIJI (<i>Lobelia erinus</i> L.)
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študijski program - 1. stopnja)
OP	VIII, 34 str., 5pregl., 18 sl., 25 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Namen diplomskega dela je bil proučiti rast in razvoj lobelije (<i>Lobelia erinus</i> L.) ter s tem povezan razvoj in barvo cvetov. Ugotavljali smo ali se barva cvetov spreminja glede na različno pH vrednost substrata. Spomladi 2011 smo v rastlinjaku Biotehniške fakultete pripravili in potikali potaknjence, saj smo rastline za poskus gojili sami. Po ukoreninjanju smo potaknjence ocenili in presadili v večje lončke s štirimi variantami substrata. Prva varianta ni imela dodanega apna (kontrolna varianta, pH 3,2). Druga varianta je imela 1,6 g apna/l substrata (pH 4,0). Tretja varianta je imela 7,2 g apna/l substrata (pH 5,0). Četrta varianta je imela 67,2 g apna/l substrata (pH 7,0). Dodane količine apna smo določili s pomočjo umeritvene krivulje. Med rastno sezono smo opravili meritve na rastlinah. Merili smo dolžino poganjkov, šteli razvite liste, odprte in zaprte cvetove, spremljali pH vrednost substrata in merili barvo cvetov. Ugotovili smo, da pH 5,0, najbolj vpliva na rast, razvoj in cvetenje lobelije. V substratih z manjšim pH ter z največjim pH (pH 7,0) rastline niso bile tako bujne. Večja pH vrednost je vplivala tudi na spremembo barve cvetov. Že na videz so bili cvetovi pri rastlinah pri manjšem pH svetlejši kot pri večjem pH. Meritve barve so pokazale, da so bili cvetovi pri drugem merjenju (20. julij) manj intenzivno modri, kot pri prvem merjenju (6. julij).

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dv1

DC UDC 635.9:582:998:631:559(043.2)

CX ornamental plants/*lobelia erinus*/soil acidity/pH value/substrates/flower colour/anthocyanins

AU TROFENIK, Petra

AA OSTERC, Gregor (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy

PY 2015

TI EFFECT OF pH LEVELS OF SUBSTRATE ON COLOUR DEVELOPMENT OF LOBELIA (*Lobelia erinus* L.)

DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)

NO VIII, 34 p., 5 tab., 18 fig., 25 ref.

LA sl

Al sl/en

AB The purpose of this graduate thesis was to study the growth and development of lobelia (*Lobelia erinus* L.) regarding the folwer colour. We tried to determine the impact of different pH levels of the substrate on the colour of the flowers. Plants for the main experiment were grown by ourselves in the greenhouse of Biotechnical faculty. In early spring 2011 the cuttings were prepared and placed in styrofoam trays. After rooting, the cuttings had been evaluated and transplanted into bigger pots with different pH levels of the substrate. The experiment was carried out with four different variations of the substrate. The first variant did not contain lime (control variant, pH 3.2), the second variant contained 1.6 g lime/l substrate (pH 4.0), the third variant 7.2 g lime/l substrate (pH 5,0) and the fourth contained 67.2 g lime/l substrate (pH 7,0). Quantities of added lime were determined from the calibration curve, which has been previously done by ourselves. During the growth season we had measured the length of shoots and flower colour. We counted developed leaves and the number of opened and closed blossoms. The pH level of the substrate was also monitored. Findings showed that thethird variant with pH 5,0 level wasthe most successful in growth, development and flowering of lobelia, since plants did not grow as well in the other thre evariations of the substrate. We havenoticed that thehigher pH effects thecolour of flowers. The plants developed at lower pH levels more dark-coloured flowers compared with plants that grew in substrates with higher pH level. Colour measurements showed more light-blue colours at second analysing date (20thJuly) compared with first date (06thJuly).

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	IV
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 BOTANIČNE LASTNOSTI LOBELIJE	3
2.2.1 Barve za današnje dni	4
2.2.1.1 Barve in njihov vpliv	4
2.2.2 Merjenje barve	5
2.2.2.1 CIE in CIELAB metoda	5
2.2.3 Antocianini	6
2.2.4 Izražanje barve	7
2.2.4.1 Pomen pH vrednosti	7
2.2.4.2 Pomen osvetlitve	8
2.2.4.3 Temperatura gojenja	9
2.2.4.4 Gnojenje substrata	9
3 MATERIALI IN METODE DELA	11
3.1 RASTLINSKI MATERIAL	11
3.1.1 Matične rastline in priprava potaknjencev	11
3.2 METODE DELA	11
3.2.1 Zasnova in opis poskusa	11
3.2.2 Razmnoževanje rastlin	12
3.2.3 Gojenje rastlin v substratih z različno pH vrednostjo	13
3.2.3.1 Izdelava pH krivulje	13
3.2.3.2 Gojenje rastlin	15
3.2.4 Presajanje rastlin v pripravljeni substrat	15
3.2.5 Oskrba rastlin	16
3.2.6 Ocenjevanje potaknjencev	16
3.2.6.1 Koreninjenje	16
3.2.6.2 Rast in razvoj rastlin	17
3.2.6.3 pH vrednost substrata	18
3.2.7 Obdelava rezultatov	19
4 REZULTATI	20
4.1 pH VREDNOST SUBSTRATA	20
4.2 KORENINJENJE	21

4.2	RAST IN RAZVOJ RASTLIN	23
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	27
5.1	RAZPRAVA	27
5.1.1	pH vrednost	27
5.1.2	Razmnoževanje rastlin	28
5.1.3	Razvoj rastlin	28
5.1.4	Razvoj cvetov in barva cvetov	28
5.2	SKLEPI	29
6	POVZETEK	31
7	VIRI	33
	ZAHVALA	35

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1:	Količine dodanega apna v substrat za določitev pH krivulje. 13
Preglednica 2:	Količine apna za določitev zelenih pH vrednosti. 15
Preglednica 3:	Primerjava pH vrednosti izmerjene z elektronskim pH metrom in s hitrim pH metrom med poskusom z lobelijo v substratih z različno pH vrednostjo, 2011. 21
Preglednica 4:	Vrednosti posameznih parametrov, ki označujejo barvo cvetov, 6. 7. 2011. 25
Preglednica 5:	Vrednosti posameznih parametrov, ki označujejo barvo cvetov lobelije, 20. 7. 2011. 26

KAZALO SLIK

		str.
Slika 1:	Cvetovi lobelije (Summa..., 2015).	3
Slika 2:	CIE Lab barvni prostor (CIELAB ..., 2010).	6
Slika 3:	Potik potaknjencev lobelije v rastlinjaku Biotehniške fakultete Ljubljana.	11
Slika 4:	Zasnova postavitve poskusa lobelije s substrati z različnimi pH vrednostmi.	12
Slika5:	Potaknjenci lobelije prekriti s prozorno folijo, zaradi preprečevanja izhlapevanja zračne vlage.	13
Slika 6:	Umeritvena krivulja za substrat, uporabljen v našem poskusu z lobelijo.	15
Slika 7:	Kakovost razvitega koreninskega sistema lobelije pri posameznem ocenjevalnem razredu.	17
Slika 8:	Merjenje barve cvetov lobelije s kolorimetrom.	18
Slika 9:	Merjenje pH vrednosti v različnih variantah substrata s hitrim pH metrom.	19
Slika 10:	Časovni potek pH izmerjen v laboratoriju pri poskusu z lobelijo med poskusom v substratih z različno vsebnostjo apna.	20
Slika 11:	Povprečni delež vseh ukoreninjenih potaknjencev lobelije dne 20.4. in 11.5.2011.	22
Slika12:	Povprečni delež ukoreninjenih potaknjencev lobelije glede na bonitetne razrede dne 20.4. in 11.5.2011.	22
Slika13:	Povprečna dolžina poganjkov lobelije izmerjena v obdobju med 6.5. in 6.7.2011.	23
Slika 14:	Povprečno število razvitih listov lobelije glede na dodano apno v substratu, 2011.	24
Slika15:	Število odprtih cvetov pri potaknjencih lobelije glede na različne količine apna v substratu dne 6.7. in 20.7.2011.	24
Slika16:	Število zaprtih cvetov lobelije glede na različne količine apna v substratu dne 6.7. in 20.7.2011.	25
Slika 17:	Cvetovi lobelije levo v substratu s pH 3,2 in desno v substratu s pH 7,0, 6.7.2011.	26
Slika 18:	Cvetovi lobelije spodaj v substratu s pH 3,2 in zgoraj s pH 7,2, 20.7.2011.	26

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Prodajno obdobje sezonskih rastlin je izredno kratko. Zato je pri teh rastlinah še posebej pomembno, da so v času tega obdobja optimalne za prodajo, ker jih drugače ne moremo prodati. Barva cvetov je ena najpomembnejših lastnosti pri sezonskih rastlinah (tistih, ki jih gojimo zaradi cvetov), ki odločajo o kakovosti rastline. Kupci kupujejo še posebej rastline s posebnimi barvnimi odtenki, rastline z dvojnimi barvami v istem cvetu, ipd. pH vrednost substrata je eden izmed dejavnikov, ki lahko pomembno vpliva na razvoj barve pri rastlinah. Pri določenih vrstah rastlin je ta povezava dobro poznana, v mnogih primerih, še posebej pri sezonskih rastlinah, pa je o tem malo znanega.

Skozi poletni čas rastne sezone, nas pri rastlinah najbolj navdušijo živobarvni cvetovi, ki predstavljajo pomemben del okrasja rastlinskih nasadov. V jesenskem in zimskem času pa pridejo rastline do izraza predvsem s plodovi in listi. V dekorativnem smislu barvo listov velikokrat zanemarimo, a večina cvetov na rastlinah pride do izraza na listnem ozadju. Ker pa je znano, da zelena barva pomirja in dviguje dobro počutje, zelenje listov ne bi smeli zanemarjati (Mayer, 2006).

Ljudje različno doživljamo barvne odtenke, zato so nam lahko vseč različne barve. Barve imajo različen vpliv na naše občutke. Svetle in blede barve, npr. svetlo modri odtenki imajo drugačen učinek na naše počutje kot temno modri odtenki. Rožnata barva je zelo pogosta med rastlinami in ima svojevrsten pomen. Prav tako velja tudi za belo barvo, ki jo uvrščamo s črno in rjavo k medlim barvam (Mayer, 2006).

Z urejanjem in načrtovanjem balkona navadno ljudje izberejo najbolj priljubljene rastline z določeno barvo cveta. Ko načrtujemo rastlinske zasaditve na terasi ali balkonu, ne smemo pozabiti na učinke med barvami in rastlinami ter cvetovi. Barva velikih cvetov je veliko bolj izrazita kot manjših cvetov. Prav tako barva cvetov bolj izstopa v skupini rastlin, kot pa na posamezni rastlini. Svetlejše barve, kot so rumena in bela pridejo do izraza na temnejši podlagi. Rastline s svetlejšimi cvetovi so primerne za terase, na katerih se veliko zadržujemo ob večerih, saj so v mraku dobro vidni cvetovi. Temnejše barve pa pridejo do izraza na svetlejših ozadjih; rastline s temnejšimi cvetovi ni priporočljivo saditi na mesta, kjer se zadržuje senca (Mayer, 2006).

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Vedno bolj se ljudje odločamo za barvni izgled našega cvetočega balkona, okenskih polic in teras. Vse bolj se nam zdi pomembno, da se barve med sabo usklajujejo, da se zlijejo z okolico, da privabimo poglede drugih, da se lahko pri opazovanju nasajenih korit sprostimo, da rastline niso preveč zahtevne za gojenje. Lobelija (*Lobelia erinus* L.) je pri

nas v zadnjem času precej razširjena enoletnica, ki se lahko uporablja za sajenje v gredice ali pa za balkonska korita. Znana je po drobnih cvetovih modre barve, poznamo pa tudi sorte z belimi cvetovi. Ker se pri nakupu enoletnic za sajenje korit za balkone, terase in okenskih polic zdi pomembno, kakšno barvo bomo izbrali, je bil cilj naloge proučiti izraženost barve glede pH vrednosti substrata, v katerem smo gojili rastline.

Težko si je predstavljati poletje brez pisanih cvetov enoletnic v javnih nasadih ali balkonskih zasaditvah. Z enoletnicami so na javnih površinah posajene grede na križiščih, krožiščih, korita na mestnih trgih, gredice v mestnih parkih in ob sprehajalnih poteh. Sadimo jih tudi v posode na oknih, balkonih in terasah doma. Danes je denarja namenjenega za sajenje javnih površin vedno manj, tako tudi za domače nasade okoli hiš iščemo cenovno ugodnejše možnosti. Zato izbiramo predvsem med enoletnicami, ki cvetijo skozi celotno poletno sezono. Enoletnice so uporabne za vsak prostor v vrtu, balkonih, terasah kot tudi za javne površine. Saj imajo pestro izbiro habitusa, obliko listov, barve cvetov in obliko cvetov. Barva in oblika cvetov pa sta hkrati najpomembnejša dejavnika pri izbiri samega nakupa.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Pričakujemo razlike v rasti in v razvoju rastlin med različnimi substrati z različnimi pH vrednostmi. Rastline lobelije bodo v substratih z večjim pH slabše rasle in bodo razvile cvetove z drugačnim odtenkom modre barve, kot rastline pri manjših pH vrednostih.

2 PREGLED OBJAV

2.1 BOTANIČNE LASTNOSTI LOBELIJE

Rod *Lobelia* so imenovali po flandrijskem botaniku in zdravniku Mathiasu de Lobelu (1538-1616). Zastopnice rodu rastejo v zmernem, nekatere pa v tropskem podnebju. Največ je enoletnic, le nekatere so večletne. Listi so premenjalni, cvetovi so na koncih poganjkov razvrščeni v razpuščene grozde ali posamični. Čašni listi so cevasti in razprti do dna. Preučili so okrog 350 vrst lobelij (Sojar, 1972).



Slika 1: Cvetovi lobelije (Summa..., 2015).

Lobelija se dobro prilagaja vlažnim in suhim tlem. Vendar se lobelija najbolj obnese v rahlo kislih tleh z relativno nizkim pH med 5,5 in 6,5 (Dyer, 2015).

V vrtnarstvu je najbolj znana zelo variabilna vrsta *Lobelia erinus*, ki so jo uvedli v vrtove leta 1681. Po vlažnih, kamnitih predelih južne Afrike je trajnica in divje raste in cveti od maja do septembra. V naših krajih jo gojimo izključno kot enoletnico. Ima šopast koreninski sistem, okrogla in tanka stebila, ki se razraščajo pokončno in prevešajoče. Listi so ozki in podolgovati, premenjalno razvrščeni. Modro vijoličasti, rožnati ali beli cvetovi so somerni in združeni v grozdasta socvetja (Podgornik-Reš, 1999).

Vrtnarji gojijo sadike lobelije za nasade večjih površin v združbah z rastlinami s cvetovi v rožnati, rdeči ter rumeni barvi. V samostojnih nasadih jo mnogo in hvaležno uporabljajo za obrobke v večjih nasadih ter manjših vrtovih, lepo se obnese tudi na grobovih. Z gojenjem je treba začeti zgodaj spomladi, zato tudi ljubitelj raje kupi sadike pri vrtnarju (Sojar, 1972).

V zadnjem času so se tej klasični lobeliji pridružile številne nove sorte, ki imajo temno modre, rožnate, vijoličaste, bele in celo dvobarvne cvetove. Največ lobelij po angleškem zgledu posadimo v prostoren viseče košare. To izredno prilagodljivo rastlino lahko kombiniramo z vsemi sezonskimi rastlinami. Lepo uspeva tudi v cvetličnih koritih in večjih skledah. Zaradi majhnih cvetov zanj izberemo mesta, ki so bolj na očeh. Lobeliji ustrezajo sončne do polsenčne lege, dobro prenaša deževno in vetrovno vreme. Skromna lobelija ob rednem zalivanju in dognoevanju odlično cveti. Odstranjevanje odcvetelih cvetov ni nujno potrebno (Podgornik-Reš, 2007).

Na lobelijah se lahko pojavi bakterijsko obolenje *Xanthomonas campestris* ssp. *lobelii*, zato starih rastlin ne prezimujemo in vsako pomlad kupujemo nove sadike. Med škodljivci sta nevarna rastlinjakova ščitasta uš in trips (Podgornik-Reš, 2007).

2.2 BARVE V OKRASNEM VRTNARSTVU

2.2.1 Barve za današnje dni

Barve imajo velik pomen na svetu, saj jih uvrščamo med najbolj vznemirljive snovi. Že v davni preteklosti so ljudje barve uporabljali za okrasitev okolice. Barve imajo močan vpliv, saj lahko popestrijo vsak prostor ter izboljšajo razpoloženje ljudi. Po vsem svetu imajo barve v različnih kulturah določeni pomen (Starmer, 2006).

V svetu sezonskih rastlin skušamo slediti barvnim trendom, kar pa ni vedno lahko. Zataknilo se je pri modni oranžni barvi. Izbira cvetja je iz leta v leto večja, a pomarančasti biseri sodijo med najredkejša. Podobne težave so tudi pri modri barvi. Skoraj vse cvetlice, ki so v vrtnarskem žargonu modre barve, imajo namreč vijoličaste tone (Reš-Podgornik, 2007).

2.2.1.1 Barve in njihov vpliv

Rožnate barve so polne energije, pozitivne, dajejo nam občutek živahnosti in ženstvenosti. Rdeče barve prikazujejo predvsem strast in drznost, ter nam dajejo občutek udobja. Oranžne barve so tople, ter nas vzpodbujajo k ustvarjalnosti. Rumene so vedre, izžarevajo dobrodošlico in naj bi vzpodbujale k boljšemu delovanju možganov. Zelene predstavljajo naravo, uravnoteženost in spokojnost, so hkrati poživljajoče. Modre predstavljajo vodo in nebo. Spodbujajo k razmišljanju, ter predstavljajo mirna okolja. Vijoličaste so lahko poživljajoče in čustvene, med tem ko so modro vijoličaste hladne in poduhovljene (Starmer, 2006).

Barve imajo na vsakega človeka drugačen vpliv. Obstajajo stereotipi o njihovem učinku. Od nekdanjih jih z zanimanjem prebiramo, a pogosto nas ob neki barvi prevzamejo drugi občutki, kot so "zapovedani". Na primer, sončno rumena barva večino ljudi spodbuja, nekatere pa utruja. Rumeni in marelični odtenki skupaj z zeleno ustvarjajo občutek toplote. Rdeča velja za najbolj vročo barvo, a njeni odtenki so lahko zelo različni. Ne pozabimo, barvno topli nasadi nas razvedrijo in nas tudi na sivi dan vedno znova spravijo v dobro voljo. Zelena barva v naravi ustvarja ravnotežje. Sodi med hladne barve, podobno kot bela in modra v številnih odtenkih (Podgornik-Reš, 2008).

2.2.2 Merjenje barve

Razporejenost barv na barvnem krogu imenujemo barvitost. Enaki odtenki barv imajo različno svetlost in nasičenost, ki pri isti barvitosti definirata barvni odtenek (Štefan, 2014).

2.2.2.1 CIE in CIELAB metoda

Merjenje oz. vrednotenje barv je standardizirano. Mednarodna organizacija, ki se ukvarja z barvami in merjenjem oz. vrednotenjem barv je Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), kar v prevodu pomeni Mednarodna komisija za razsvetljavo (Štefan, 2014).

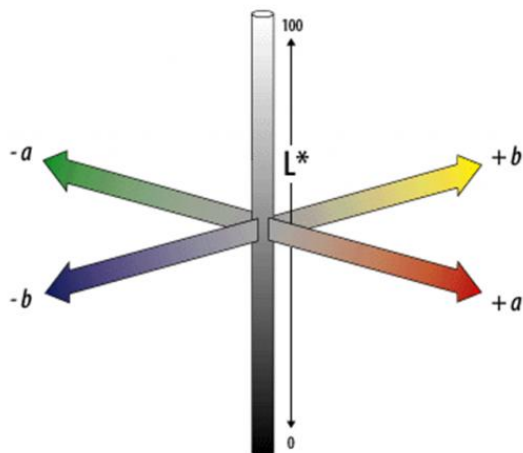
Določanje barv je dolgo časa potekalo z uporabo posebnih barvnih tabel. S primerjavo dane barve s temi tabelami je bilo mogoče določiti barvni odtenek pri dani barvi. Tu je prihajala do izraza posebnost vizualnega dojetja. Lastnost vizualnega dojetja je lastnost, s katero razlikujemo, kako je kakšna površina nasičena z določeno barvo ali barvnim tonom. Rdeče jabolko npr. ima veliko barvitost, tako tudi tempera barvice, medtem ko imajo akvarelne majhno barvitost. Črna, siva in bela barva so popolnoma nenasičene in nimajo barvitosti (Štefan 2014).

Sodoben sistem merjenja barv vključuje uporabo posebnega barvnega prostora (metoda CIELAB). L^* , a^* in b^* barvne vrednosti se nanašajo na pravokotne osi tridimenzionalnega koordinatnega sistema. Dobljene vrednosti parametra L^* predstavljajo svetlost barve, vrednosti parametra a^* predstavljajo rdeče-zeleno koordinatno os, vrednosti, ki jih dobimo pri parametru b^* pa predstavljajo rumeno-modro koordinatno os.

Z uporabo CIELAB metode v praksi pridemo preprosto do izmerjenih barvnih vrednosti, če upoštevamo naslednje značilnosti izmerjenih parametrov:

1. L parameter prikazuje območje med svetlim in temnim, kjer majhna vrednost (0-50) označuje temno in velika vrednost (51-100) označuje svetlo barvo,
2. a parameter prikazuje od rdeče proti zeleni, kjer pozitivno število označuje rdečo negativno število pa zeleno barvo,

3. b parameter prikazuje rumeno proti modri barvi, kjer pozitivno število označuje rumeno barvo, negativno število pa modro barvo (HunterLab, 2012; Štefan, 2014).



Slika 2: CIE Lab barvni prostor (CIELAB ...,2010).

Poznamo tudi $L^*c^*h^*$ barvni model, ki je namenjen natančnemu opisu barv in temelji na upodabljanju barv v CIELAB barvnem prostoru. Točke (barve) so podane s cilindričnimi in ne pravokotnimi koordinatami. Barvitost H^* določa ravninski kot (azimut) v stopinjah od 0° do 360° (Štefan, 2014).

$L^*c^*h^*$ barvni model opisuje barvo z uporabo cilindričnega koordinatnega sistema, medtem ko je pri $L^*a^*b^*$ opis izveden s pravokotnim koordinatnim sistemom. V tem barvnem prostoru L^* opisuje svetlost, c^* predstavlja barvitost (kroma) in h^* predstavlja odtenek (HunterLab, 2012).

Vse te parametre merimo s kolorimetrom. To je optična naprava, katero uporabljamo za merjenje barv. Deluje podobno kot človeško oko, saj se v njej analizira modra, zelena in rdeča komponenta (Štefan, 2014).

2.2.3 Antocianini

Barvila so organske molekule, ki vsrkajo svetlobo in jo zadržijo za nekaj nano/mikrosekund. Svetloba se zadrži zaradi številnih ogljikovih atomov, ki so povezani z dvojno vezjo (Miller in sod., 2011, cit. po Cunja, 2012).

Antocianini spadajo k rastlinski skupini spojin, ki jih imenujemo flavonoidi. Fenolne snovi so najbolj razširjene in najpogostejše v rastlinah. Antocianini so v rastlinah odgovorni,

predvsem za rdečo, rožnato, vijolično modro in modročrno barvo (Taiz in Zeiger, 2006, cit. po Cunja, 2012).

Glavni pomen antocianinov je, da obarvajo cvetove in plodove v različne barve, saj s tem privabljajo žuželke, za namen oprasovanja, ter živali za raznašanje semen (Taiz in Zeiger, 2006, cit. po Cunja, 2012).

Antocianini varujejo rastlinske celice pred poškodbami ultravijoličnega sevanja, nizkimi temperaturami in sušnim stresom. Ščitili naj bi tudi pred boleznimi in škodljivci (Petroni in Tonelli, 2011, cit. po Cunja 2012).

Na barvo cvetov vplivajo dejavniki kot so, vrsta in koncentracija barvila, antocianinska struktura, modifikacija zaradi vezave različnih organskih spojin, spremembe pH vakuole, oblika celic (Cooper-Driver, 2000, cit. po Cunja, 2012).

2.2.4 Izražanje barve

Različni zunanji dejavniki imajo posredno ali pa neposredno vlogo pri nastanku antocianinov. Ni veliko znanega o tem, kakšen vpliv imajo na notranje mehanizme. Na splošno se nezadostna obarvanost pripisuje neustreznim zunanjim ali notranjim dejavnikom (Yamasaki in sod., 1996).

Med zunanjimi dejavniki, ki najmočneje vplivajo na spremembo barve pri rastlinah velja omeniti predvsem osvetlitev, temperaturo gojenja, gnojenje rastlin in seveda pH vrednost substrata.

2.2.4.1 Pomen pH vrednosti

Barvitost in intenzivnost odtenka se pri antocianinih spreminjata odvisno od pH vrednosti celičnega soka tkiva pri katerem opazujemo barvo.

Pri manjšem pH so antocianini stabilnih barv (stabilne oblike) in velja, da je pri kislem pH barva rdeča, saj je molekula antocianina v obliki flavilijevega iona. Pri večjem pH so antocianini v nestabilni obliki. Pri nevtralnem pH se tvorijo nevtralne kinonske baze, ki so vijolične barve. Pri bazičnem pH se tvorijo modre anionske kinonske baze (Schwinn in Davies, 2004).

Ko merimo pH vrednost medija, merimo koncentracijo vodikovih ionov v substratu. Pri vrednotenju kakovosti rastnega substrata je nujno opraviti merjenje pH vrednosti. pH vrednost ima velik pomen, saj vpliva na dostopnost rastlinskih hranil. Pri organskih rastnih substratih je idealna pH vrednost za večino rastlin od 5 do 6 in od 4,5 do 5,5 za

rastline, ki imajo rade kislo okolje. Pri teh pH vrednostih bo rastlinam dostopna večina potrebnih hranil (Kušar, 2007).

Barva cvetov se lahko spreminja glede na pH tal. Pri nekaterih vrstah je ta odvisnost močno raziskana (npr. hortenzije), pri mnogih pa o tej povezavi ni kaj dosti znanega. Med slednje vrste sodi tudi lobelija. Modre odtenke imajo cvetovi rastlin v bolj kislih tleh. V bazičnih tleh imajo cvetovi svetlejše odtenke, ter prehajajo iz blede modrih v rožnate odtenke. V zelo alkalnih tleh so cvetovi temno roza barve. Na izrazitost modre barve pri cvetovih lahko vplivamo tudi z aluminijem. Če želimo, da bodo cvetovi modre barve zalivamo rastline z aluminijevim sulfatom. V primeru, da želimo imeti cvetove roza obarvane, rastline zalivamo z vodno raztopino apna. Belo in rdečo cvetoče hortenzije nikoli povsem ne spremenijo barve, zato kisel pH tal ne vpliva na barvo cvetov. Najbolje pa uspevajo v bazičnih tleh (Jošar, 2015).

2.2.4.2 Pomen osvetlitve

Eden od pomembnih dejavnikov okolja je svetloba, saj vpliva na rast in razvoj rastlin. Vpliva na številne faze razvoja rastlin od kalitve do vegetativne rasti, regulira pa tudi cvetenje. Sprememba v rasti in razvoju, do katere pride zaradi delovanja svetlobe, imenujemo fotomorfogeneza (Vodnik, 2012).

Fotomorfogenetični učinek imajo predvsem valovne dolžine med 380 in 800 nm, zato ta del svetlobnega spektra imenujemo tudi fotomorfogenetično sevanje. Fotomorfogeneza vpliva na obliko in razvoj rastline: na kalitev, na rast v dolžino, na razvejanje rastlin, na razvoj cvetov, na obliko listov, razvoj pigmentov (klorofila, karotenoida, antocianov, betalaina).

Poseben morfogogenetski učinek ima sončno sevanje z valovno dolžino od 660 do 730nm, modra svetloba in UV-A ter UV-B svetloba. Rastline sprejemajo svetlobo preko receptorjev. Ti receptorji delujejo kot senzorji za spektralno sestavo svetlobe za intenziteto svetlobe in s tem tudi na dolžino dneva.

Antocianini so prisotni le v rastlinskih tkivih, saj je za biosintezo antocianinov potrebna svetloba (fotosinteza), zato se s povečevanjem osvetlitve biosinteza tudi poveča, saj antocianini ščitijo celice pred sončnim sevanjem (Batagelj, 2011).

Svetloba je nujno potrebna za sintezo antocianinov, manj kot je svetlobe, slabša je fotosinteza in s tem manj ogljikovih hidratov, ki vodijo v slabšo obarvanost cvetov in plodov. Pri povišani svetlobi je povečana tvorbo antocianov in temnejše rastline (Ubi in sod., 2006).

2.2.4.3 Temperatura gojenja

Na rast in razvoj rastlin ima temperatura pomembno vlogo, ima tako posredne kot neposredne učinke. To predvsem velja za rastline, ki izvirajo iz toplejših območij in jih moramo pri nas gojiti v rastlinjakih, te pa je potrebno dodatno ogrevati. Procesi v rastlini lahko potekajo v določenem temperaturnem območju, ki pa je lahko za posamezne presnovne dogodke različno (Vodnik, 2012).

Rast rastline je dolgoročni proces, na katerega lahko pomembno vplivajo temperaturni ekstremi, po drugi strani pa je močno odvisen od kumulativne toplotne bilance, ki je seveda povezana s temperaturo okolja (Vodnik, 2012).

Dnevno nočne temperature vplivajo na razvoj rastlin. Kadar so te spremembe nihanja npr. za kontinentalno podnebje za 10 do 15 °C hladnejše noči od dnevo, za celinsko podnebje pa od 5 do 10 °C, sta rast in razvoj rastlin najboljša (Vodnik, 2012).

O termoperiodizmu govorimo kadar gre za prilagoditev rastlinskih procesov na ritmično dnevno in nočno spreminjanje temperaturnega optimuma, kar se odraža na boljši rasti rastlin, če je nočna temperatura nekoliko nižja od dnevne. Večja dnevna temperatura omogoča optimalno fotosintezo, medtem ko je manjša nočna temperatura pomembna za transport asimilatov in vzdrževanje dihanja na nizkem nivoju.

V sončnih dneh, se poveča fotosintetska aktivnost, v hladnih nočeh pa se zmanjša poraba ogljikovih hidratov med dihanjem. Pri višjih nočnih temperaturah se ogljikovi hidrati porabljajo intenzivneje. Tako ostane bolj malo ogljikovih hidratov na razpolago za sintezo pigmentov. Vroči dnevi in hladne noči, niso najugodnejši za razvoj barve. V takšnih razmerah se fotosintetska aktivnost zelo zmanjša (Faragher, 1983).

2.2.4.4 Gnojenje substrata

Volumen por substrata mora biti čim večji. Pomembno je, da ima substrat dobro puferno in visoko sorbtivno kapaciteto, čim manjšo volumensko težo in primerno pH vrednost, ki ga uravnavajo koloidi. Večja je pH vrednost počasneje se sproščajo hranila iz tal (Kolomanič-Bučar, 2010).

Anorganske in organske snovi, ki se nahajajo v substratu predstavljajo hranilne snovi za rastline. S tehnološkim ukrepom gnojenja v substrat vnašamo te snovi in s tem preskrbujemo rastline s snovmi, ki jih potrebujejo za rast in razvoj.

Anorganske snovi, ki so prisotne v substratu pa lahko vplivajo tudi na barvo pri rastlinah, zato lahko barve pri rastlinah spreminjamo tudi s ciljnim gnojenjem. Z dodajanjem nekaterih anorganskih ionov kot so kalcijevi (Ca^{2+}), natrijevi (Na^+), magnezijevi (Mg^{2+}) kalijevi (K^+), lahko vplivamo na ravnotežje v celici ter s tem vplivamo na barvo cvetov. Z dodatkom kovin, kot so železo, aluminij in železov sulfat vplivamo na strukturo pigmentov in s tem tudi na barvo pri rastlinah (Nelson, 2011). Z gnojenjem substrata pa posredno z vnašanjem H^+ -ionov spreminjamo tudi pH vrednost substrata, kar zopet lahko vpliva na spremembo barv pri rastlinah (glej poglavje 2.2.4.1).

Antocianidini so naravni indikatorji. Spreminjajo barvo glede na prisotnost kovinskih ionov in glede na pH. Dober primer pri okrasnih rastlinah za spreminjanje barve cvetov je hortenzija.

Hortenzije roza barve, lahko spremenijo cvetove v modro barvo, kadar so v tleh prisotni kovinski ioni.

Na intenzivnost barv s spremembo substrata žal ne moremo vplivati. Cvetovi nežnejših barv bodo ob spremembi substrata še naprej rahlo obarvani, saj je intenzivnost barve odvisna od sorte (Hortenzijam..., 2015).

3 MATERIALI IN METODE DELA

3.1 RASTLINSKI MATERIAL

Pri zasnovi poskusa smo se odločili, da bomo uporabili lobelijo (*Lobelia erinus* L.), ker ima bujno rast in se dobro ukorenini. Izhodišče za poskus so predstavljale matične rastline lobelije, saj smo rastline za poskus tudi sami razmnožili.

3.1.1 Matične rastline in priprava potaknjencev

Potaknjence smo rezali na dan potika v steklenjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani iz matičnih rastlin lobelije. Rezali smo jih v jutranjih urah, saj je pomembno, da ne pride do izsušitve. Potaknjence smo potikali v sadilne platoje, ki smo jih napolnili s substratom.



Slika 3: Potik potaknjencev lobelije v rastlinjaku Biotehniške fakultete Ljubljana.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Zasnova in opis poskusa

Poskus je potekal v rastlinjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani od 1. 3. do 21. 7. 2011. V tem obdobju smo iz matičnih rastlin razmnožili rastline za poskus, ter sam poskus tudi izpeljali. V nalogi poleg rezultatov osrednjega poskusa s pH vrednostmi predstavljamo tudi rezultate razmnoževanja rastlin za poskus.

Poskus smo zastavili s substratom treh različnih pH vrednosti (pH 4, pH 5, pH 7), in kontrolo (pH vrednost brez uravnavanja). Pri vsaki pH vrednosti smo posadili po deset rastlin v treh ponovitvah. Rastline smo razmnožili sami in jih posadili v lončke z različno vrednostjo pH substrata (slika 4).

pH 3,2		pH 4,0		pH 5,0		pH 7,0	
1	2	1	2	1	2	1	2
3	4	3	4	3	4	3	4
5	6	5	6	5	6	5	6
7	8	7	8	7	8	7	8
9	10	9	10	9	10	9	10

Slika 4: Zasnova postavitve poskusa lobelije s substrati z različnimi pH vrednostmi.

3.2.2 Razmnoževanje rastlin

V rastlinjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani smo za potik rastlin najprej izbrali ustrezen prostor in pripravili ves potreben material. Za naše potaknjence smo potrebovali:

1. skalpel z katerim smo odrezali poganjke od matičnih rastlin,
2. gojitvene plošče, ki smo jih napolnili s substratom,
3. sadilno palčko, s katero smo si pomagali pri potiku potaknjencev,
4. pršilko z vodo,
5. prozorno folijo, s katero smo morali potaknjence prekriti, da smo zmanjšali izhlapevanje vlage.

Za poskus smo izbrali zdrave matične rastline lobelije (*Lobelia erinus* L.). Pripravili smo gojitveno ploščo s 84 vdolbinami, ki smo jo napolnili s substratom. Za rez potaknjencev smo uporabili skalpel, za prekrivanje rastlin pa smo uporabili zaboj, ki smo ga prekrili s folijo.

Prvega marca 2011 smo napolnili gojitveno ploščo s substratom ter v vsako vdolbino podtaknili potaknjencev, ki smo ga odrezali iz matične rastline. Podtaknili smo 65 kom lobelije. Ker so rastline zaradi okuženega substrata začele propadati, smo 24. 3. na novo potaknili 84 kom lobelije. Prvi del teh potaknjencev (tiste, ki so se najhitreje koreninili) smo ocenjevali 20. aprila, preostale potaknjence pa 11. maja. Prvo skupino potaknjencev smo po ocenjevanju posadili v lončke (10 cm) v klasičen substrat za gojenje rastlin. Te rastline smo potem uporabili za naš osrednji poskus.

Prozorna folija iz plastike, je ponazarjala rastlinjak v manjši izvedbi. Zadrževala je zračno vlago, da potaknjenci niso oveneli, hkrati pa prepuščala svetlobo, ki je potrebna za lažje ukoreninjenje ukoreninjanje in rast. Vsak dan smo folijo odkrili, saj smo s tem prezračili

potaknjence in s tem preprečili napad plesni. V dopoldanskem času smo potaknjence pršili z vodo, da smo povečali zračno vlago (slika 5). Po potrebi smo jih še zalili.



Slika5: Potaknjenci lobelije prekriti s prozorno folijo, zaradi preprečevanja izhlapevanja zračne vlage.

3.2.3 Gojenje rastlin v substratih z različno pH vrednostjo

3.2.3.1 Izdelava pH krivulje

Najprej smo pripravili šotni substrat (šota:kremenčev pesek v razmerju 3:1). V ta namen smo zmešali 6 l šote in 2 l kremenčevega peska in pripravili sedem vzorcev, vsakokrat po 1l substrata (preostali 1l substrata smo uporabili za določitev volumske gostote). Substratnim vzorcem smo dodali različne količine apna (določili smo jih glede na izkušnje iz poskusov v preteklih letih) (preglednica 1).

Preglednica 1: Količine dodanega apna v substrat za določitev pH krivulje.

Vzorec	Masa apna (g)
1	0
2	2
3	4
4	6
5	10
5	20
7	25

Preostali 1l substrata smo uporabili za izračun volumske gostote pripravljenega substrata. Za izračun volumske gostote smo v 200 ml plastični valj nasuli 200 ml substrata. Substrat smo stehali in si težo zapisali. Valj s substratom smo nato spustili 10-krat z višine 10 cm ter zapisali volumen sesedenega substrata. Iz teže substrata in volumna sesedenega substrata smo lahko izračunali volumsko gostoto pripravljenega substrata:

masa substrata s taro: 150,41 g,

tara: 90 g,

masa substrata: 60,41 g

Sesedeni substrat: 118 ml

Izračun volumske gostote:

$$\Phi = m/V \quad \dots(1)$$

$$\Phi = 60,41 \text{ g} / 118 \text{ ml} = 0,51 \text{ g/ml}$$

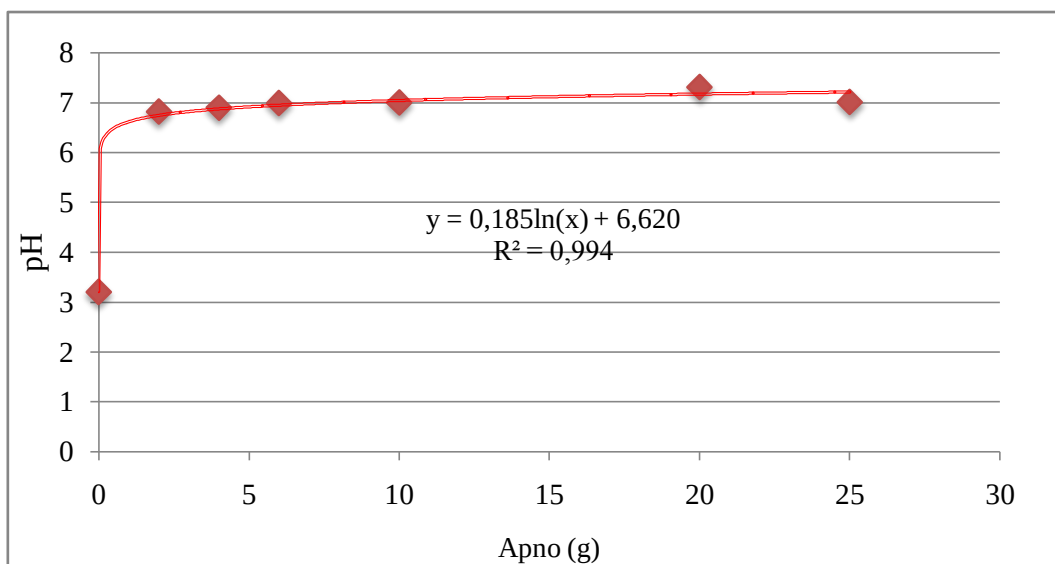
Ker smo za merjenje pH vrednosti zgoraj pripravljenih vzorcev substrata za potrebe volumske gostote potrebovali vsakokrat 25 ml substrata smo izračunali še maso substrata, ki ga moramo zatehtati. Pri tem smo uporabili pravkar izračunano volumsko gostoto.

Izračun mase substrata:

$$m = \Phi \times V \quad \dots(2)$$

$$m = 0,51 \text{ g/ml} \times 25 \text{ ml} = 12,8 \text{ g}$$

Pri vsakem pripravljenem vzorcu smo dvakrat izmerili pH vrednost. Zato smo pripravili 14 čaš in jih ustrezno označili, da se vzorci ne bi med sabo pomešali. V vsako čašo smo zatehtali 12,8 g substrata. Substrat smo prelili s 75 ml raztopine 0,01 M CaCl₂, dobro premešali in pustili stati en dan. Po 24 urah smo vzorcem izmerili pH vrednost in izdelali umeritveno krivuljo (slika 6).



Slika 6: Umeritvena krivulja za substrat, uporabljen v našem poskusu z lobelijo.

3.2.3.2 Gojenje rastlin

11. maja smo pripravili 4 vedra. V vsako vedro smo dali 6 l šote in 2 litra kremenčevega peska. Vsakemu vedru smo dodali 20 g počasi delujočega gnojila Osmocote (19-6-12). Na osnovi izdelane umeritvene krivulje smo izračunali potrebne količine apna za določitev zelenih pH vrednosti (preglednica 2).

Preglednica 2: Količine apna za določitev zelenih pH vrednosti.

Variante	Želena pH vrednost	Potrebna količina apna (g/l substrata)
1	3,2	0
2	4,0	1,6
3	5,0	7,2
4	7,0	67,2

3.2.4 Presajanje rastlin v pripravljeni substrat

Dne 11.5. smo s substratom, ki smo ga pripravili iz šote in kremenčevega peska, napolnili sadilne lončke velikosti 10 cm. Za vsako izmed štirih variant substrata smo napolnili deset lončkov. V lončke smo posadili 40 najbolj ukoreninjenih rastlin (za vsako varianto po 10 rastlin), ki smo jih pred tem že razmnožili (glej 3,2,2).

3.2.5 Oskrba rastlin

Po razmnoževanju rastlin s potaknjenci smo rastline zalili in prekrili s prozorno folijo iz plastike. Vsakodnevno smo rastline pršili, da smo povečali zračno vlago. Po uspešnem ukoreninjanju smo potaknjence presadili v plastične lončke, ki smo jih napolnili s substratom. Šotni substrati vsebujejo gnojilo, vendar se to porabi v treh tednih, zato smo mu dodali počasi delujoče gnojilo Osmocote (19-6-12), da so bile rastline preskrbljene s hranili med rastno dobo. Rastline smo zalivali v dopoldanskem času. Prilagajali smo se potrebam rastlin in vremenu, saj bi v primeru prekomernega zalivanja povzročili gnitje korenin.

3.2.6 Ocenjevanje potaknjencev

3.2.6.1 Koreninjenje

Pri prvem potiku rastlin, 1. marca so nam zaradi okuženega substrata propadli vsi potaknjenci, zato smo lahko bonitirali šele potaknjence, ki smo jih potikali dne 24. marca. Koreninjenje smo ocenjevali dvakrat: 20. aprila in 11. maja (ostali potaknjenci). Obakrat smo ocenjevali uspešnost koreninjenja ter kakovost razvitega koreninskega sistema.

Uspešnost koreninjenja

Delež ukoreninjenih potaknjencev smo izračunali tako, da smo število ukoreninjenih potaknjencev delili s številom vseh potaknjencev, ter množili s 100.

Kakovost koreninskega sistema

Glede na kakovost razvitega koreninskega sistema smo potaknjence razvrstili v pet razredov. V razred 0 (ni rastline) smo razvrstili potaknjence, ki so med rastno dobo propadli. V razred 1 (ni prekoreninjenosti) smo uvrstili potaknjence, pri katerih koreninski sistem ni bil viden. V razred 2 (slaba prekoreninjenost) smo uvrstili potaknjence, pri katerih se je prekoreninjenost slabše videla. V razred 3 (dobra prekoreninjenost) smo uvrstili potaknjence z dobro prepletenim koreninskim sistemom. V razred 4 (zelo dobra prekoreninjenost) smo uvrstili potaknjence z zelo dobrim koreninskim sistemom (slika 7).



Slika 7: Kakovost razvitega koreninskega sistema lobelije pri posameznem ocenjevalnem razredu.

3.2.6.2 Rast in razvoj rastlin

Med rastno dobo smo pri rastlinah spremljali dolžino poganjkov, število listov ter število in barvo cvetov.

Dolžina poganjkov

Za merjenje dolžin smo uporabili merilni trak (šiviljski trak). Rastline smo merili od površine substrata do vrha poganjka. Izmerili smo dolžino poganjkov vsake rastline za vsako pH vrednost po deset rastlin v treh ponovitvah in kontrolo. Za vsako pH vrednost posebej smo izmerjene dolžine sešteli in jih delili s številom opazovanih rastlin, da smo dobili povprečno dolžino poganjkov.

Število listov

Šteli smo polno razvite liste na posameznih rastlinah za vsako pH vrednost posebej, ter za kontrolo. Dobljeno vsoto listov smo sešteli in delili s številom opazovanih rastlin.

Število cvetov

V začetku junija smo opazili prve cvetove na rastlinah. Na posameznih rastlinah za vsak pH posebej smo sešteli odprte in zaprte cvetove. Dobljeno vsoto smo delili s številom ukoreninjenih rastlin, da smo dobili povprečno število cvetov.

Barva cvetov

Dne 6.7.2011 so rastline razvile dovolj cvetov, da smo lahko začeli z merjenjem barve cvetov. Merili smo s prenosnim kolorimetrom, ki meri spektralne značilnosti svetlobe. Za vsako pH vrednost posebej smo na vsaki od desetih rastlin izmerili barvo na desetih cvetovih (slika 8).



Slika 8: Merjenje barve cvetov lobelije s kolorimetrom.

3.2.6.3 pH vrednost substrata

pH vrednost smo merili v laboratoriju in v rastlinjaku.

V rastni dobi od potika do sredine junija smo jemali vzorce substrata iz vseh treh ponovitev in kontrole na vsaka dva tedna. Vzorcem substrata ki, smo jih odvzeli rastlinam smo v laboratoriju s pH metrom (Seven Easy Inlab[®] Expert Pro, Mettler Toledo) določili pH vrednost. Želeli smo ugotoviti kako se je pH vrednost substrata spreminjala skozi rastno dobo. Najprej smo si pripravili za vsako ponovitev dve čaši, da smo zmanjšali možnost napake, ki bi bila možna pri napačnem odčitavanju. Za vsako čašo smo zatehtali enako količino substrata. Vzorce smo prelili z 75 ml raztopine CaCl₂, dobro premešali in pustili stati 24 ur. Po 24 urah smo vzorcem izmerili pH. Za vsaki vzorec smo pH meter dobro sprali z bidestilirano vodo.

S hitrim pH metrom (pH Meter, Model pH D, Kelway) (slika 9) smo merili pH v rastlinjaku direktno v samem substratu. Za vsako ponovitev smo vstavili hitri pH meter v substrat in odčitali vrednost ter jo zapisali. Za vsako ponovitev smo hitri pH meter dobro sprali z bidestilirano vodo.

Dobljene pH vrednosti z obeh pH metrov za vsako ponovitev, so se med sabo razlikovale.



Slika 9: Merjenje pH vrednosti v različnih variantah substrata s hitrim pH metrom.

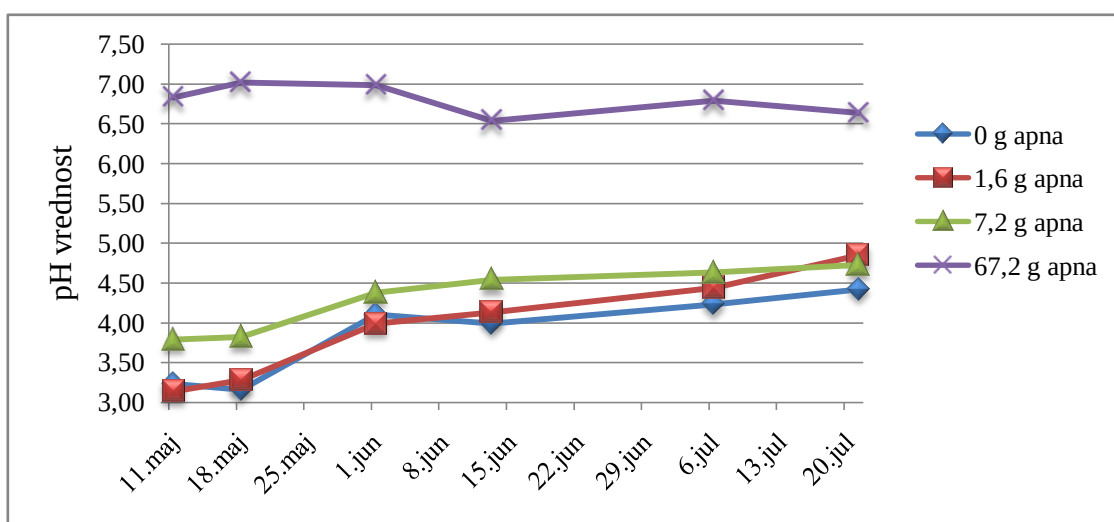
3.2.7 Obdelava rezultatov

Dobljene rezultate smo za vsako zastavljeno pH vrednost prikazali s slikami in preglednicami. V slikah in preglednicah prikazujemo tudi standardno deviacijo, ki kaže, kako močno posamezni podatki odstopajo od povprečne vrednosti. Podatke pridobljene s poskusom smo obdelali s programom Excel.

4 REZULTATI

4.1 pH VREDNOST SUBSTRATA

pH vrednost substrata se je v vseh variantah med poskusom spreminjala. Pri substratu z največjo pH vrednostjo smo na začetku poskusa zasledili naraščanje pH vrednosti, proti sredini poskusa je pričela pH vrednost padati, nato se je ponovno povečala in zmanjšala. Pri ostalih pH vrednostih se je pH vrednost v času trajanja poskusa povečevala. Proti koncu poskusa se je pH vrednost substrata pri varianti z 1,6 g apna dvignila celo nad pH vrednost, izmerjeno pri varianti s 7,2 g apna v substratu (slika 10).



Slika 10: Časovni potek pH izmerjen v laboratoriju pri poskusu z lobelijo med poskusom v substratih z različno vsebnostjo apna.

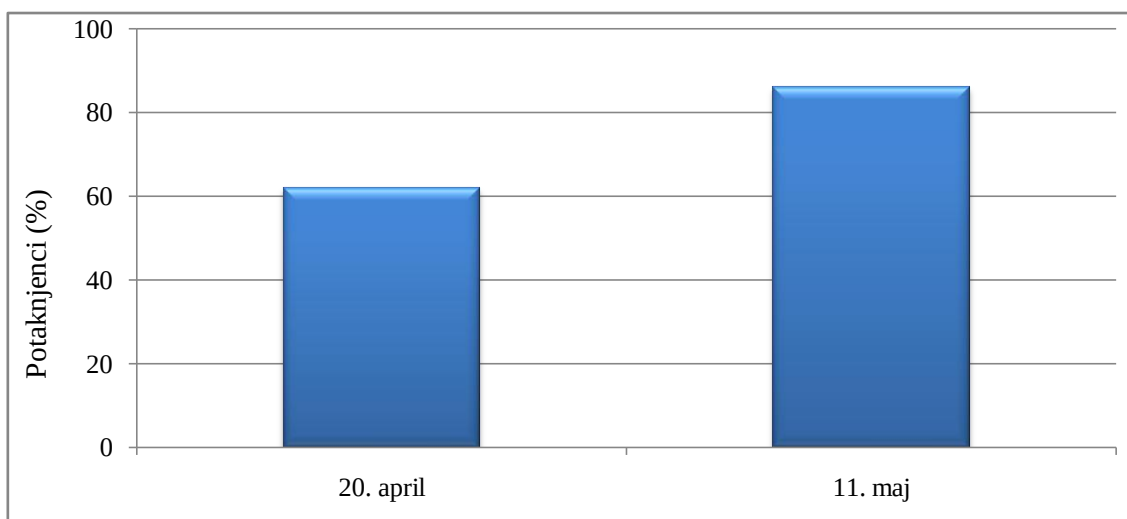
Iz preglednice 3 je razvidno, da so bile vrednosti pH izmerjene s hitrim pH metrom ves čas višje od vrednosti izmerjene z elektronskim pH metrom v laboratoriju. Trend naraščanja pH vrednosti v času trajanja poskusa je bil opazen tudi pri meritvah s hitrim pH metrom.

Preglednica 3: Primerjava pH vrednosti izmerjene z elektronskim pH metrom in s hitrim pH metrom med poskusom z lobelijo v substratih z različno pH vrednostjo, 2011.

Datum meritev pH	Variante substrata	pH izmerjen v laboratoriju	pH izmerjen s hitrim pH metrom
11.5.	3,2	3,23	5,2
11.5.	4,0	3,14	4,8
11.5.	5,0	3,79	5,4
11.5.	7,0	6,83	5,5
18.5.	3,2	3,16	4,4
18.5.	4,0	3,28	4,2
18.5.	5,0	3,82	4,8
18.5.	7,0	7,02	8,8
1.6.	3,2	4,10	5,2
1.6.	4,0	3,99	4,8
1.6.	5,0	4,38	5,0
1.6.	7,0	6,99	5,8
13.6.	3,2	3,99	4,8
13.6.	4,0	4,13	5,2
13.6.	5,0	4,54	5,2
13.6.	7,0	6,54	6,4
6.7.	3,2	4,23	5,8
6.7.	4,0	4,44	5,4
6.7.	5,0	4,63	6,2
6.7.	7,0	6,79	6,8
21.7.	3,2	4,42	6,0
21.7.	4,0	4,85	5,6
21.7.	5,0	4,72	6,5
21.7.	7,0	6,64	7,0

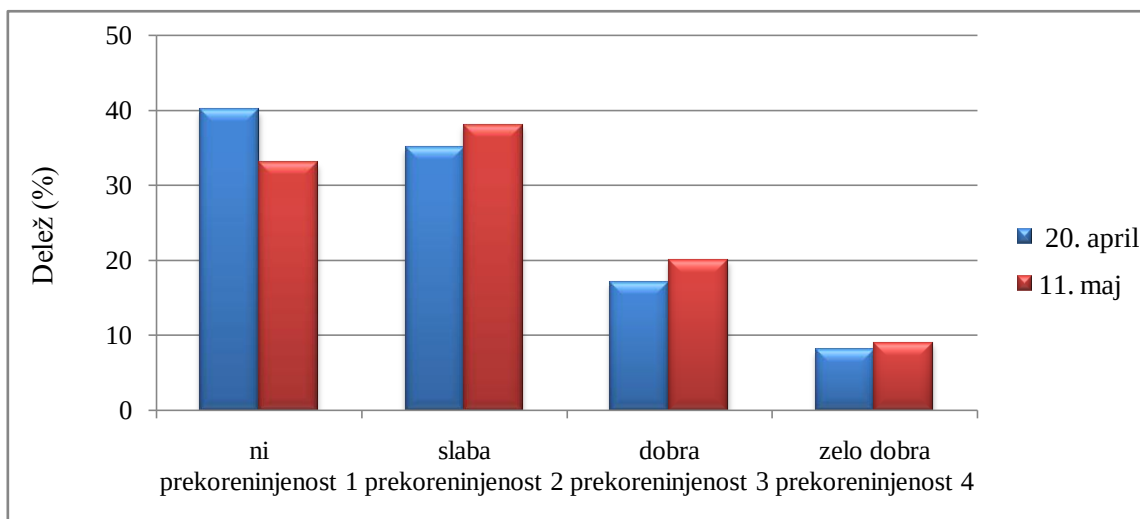
4.2 KORENINJENJE

Pri prvem ocenjevanju, 20. aprila smo ocenili vseh 84 potaknjenih potaknjencev, 11. maja pa preostalih 52 potaknjencev, ki se do 20. aprila še niso ukoreninili. Iz slike 10 je razvidno, da je bil delež uspešno ukoreninjenih potaknjencev na dan drugega bonitiranja večji kot ob prvem bonitiranju. Povprečni delež vseh ukoreninjenih potaknjencev je bil 20. aprila 62%, povprečni delež ukoreninjenih potaknjencev 11. maja pa je znašal 86% (slika 11).



Slika 11: Povprečni delež vseh ukoreninjenih potaknjencev lobelije dne 20.4. in 11.5.2011.

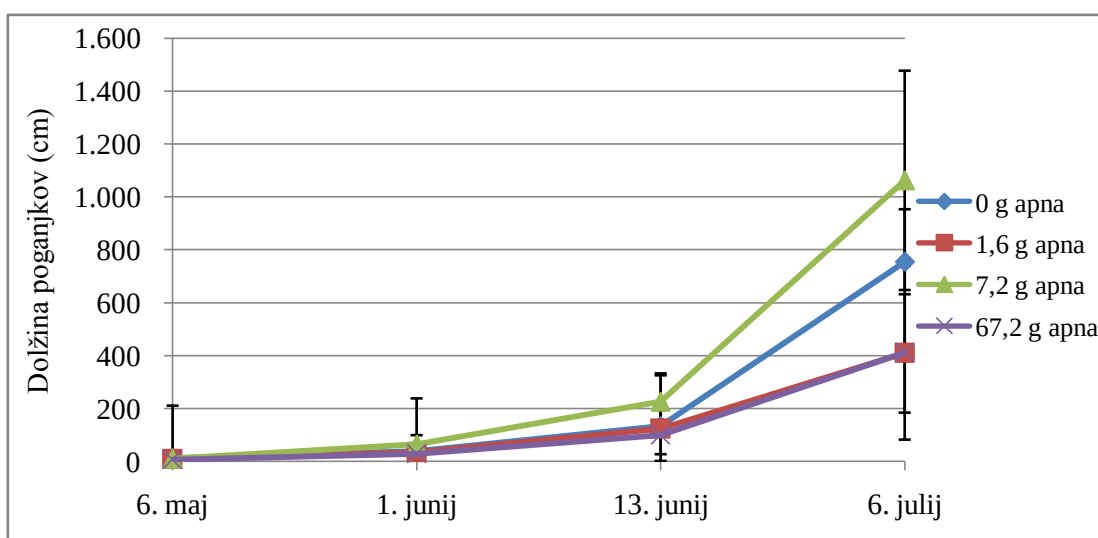
V splošnem smo pri drugem terminu bonitiranja, z vidika kakovosti koreninskega sistema dobili boljše rezultate, kot pri prvem terminu, predvsem na račun večjega deleža ukoreninjenih potaknjencev z boljšim koreninskim sistemom, 20 %. Potaknjenci iz prvega termina so se kar v 40 % zelo slabo koreninili, medtem ko smo oceno zelo dobre prekoreninjenosti grude podelili potaknjencem v obeh terminih potika v približno enakem deležu (8 % in 9%) (slika 12).



Slika12: Povprečni delež ukoreninjenih potaknjencev lobelije glede na bonitetne razrede dne 20.4. in 11.5.2011.

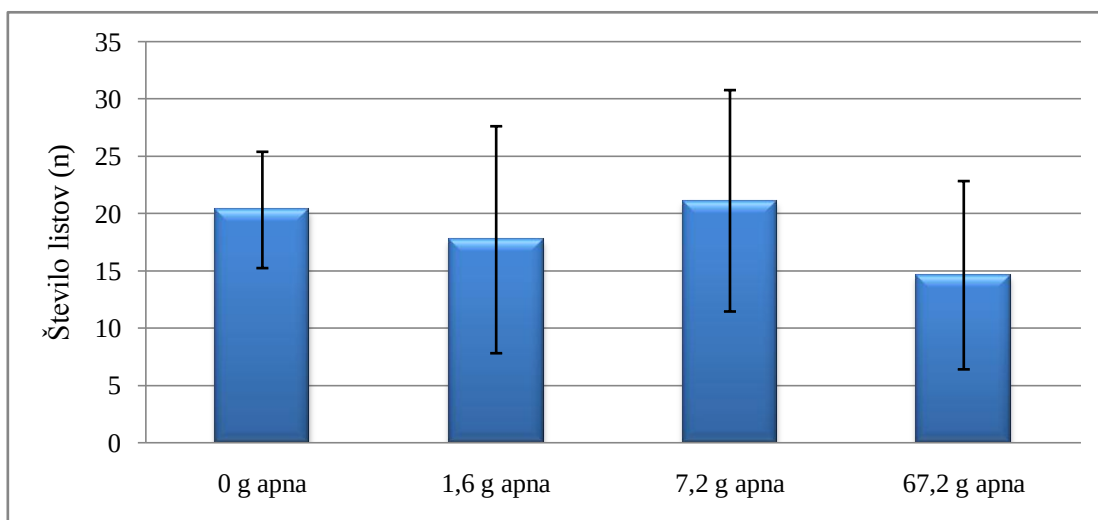
4.2 RAST IN RAZVOJ RASTLIN

Najdaljšo povprečno dolžino poganjkov so skoraj skozi vso rastno obdobje imele rastline v substratu s pH vrednostjo 5,0 (7,2 g apna). Le na začetku merjenja (6. maja) so prevladovala rastline s pH vrednostjo 3,2 (0 g apna) v substratu. Ob zadnjem merjenju dolžine (6. julija) je povprečna dolžina prirasta v celi rastni sezoni znašala 1063,6 cm. Začetna rast poganjkov je bila v začetnem obdobju rasti, med 6. majem in 1. junijem pri vseh pH vrednostih zelo podobna. Kasneje je bila dolžina poganjkov pri substratu s pH vrednostjo 5,0 (7,2 g apna) večja, kot pri rastlinah v substratih z drugačnimi pH vrednostmi. Najenakomerneje se je dolžina poganjkov povečevala pri rastlinah s pH vrednostjo substrata 3,2 (0 g apna) (slika 13).



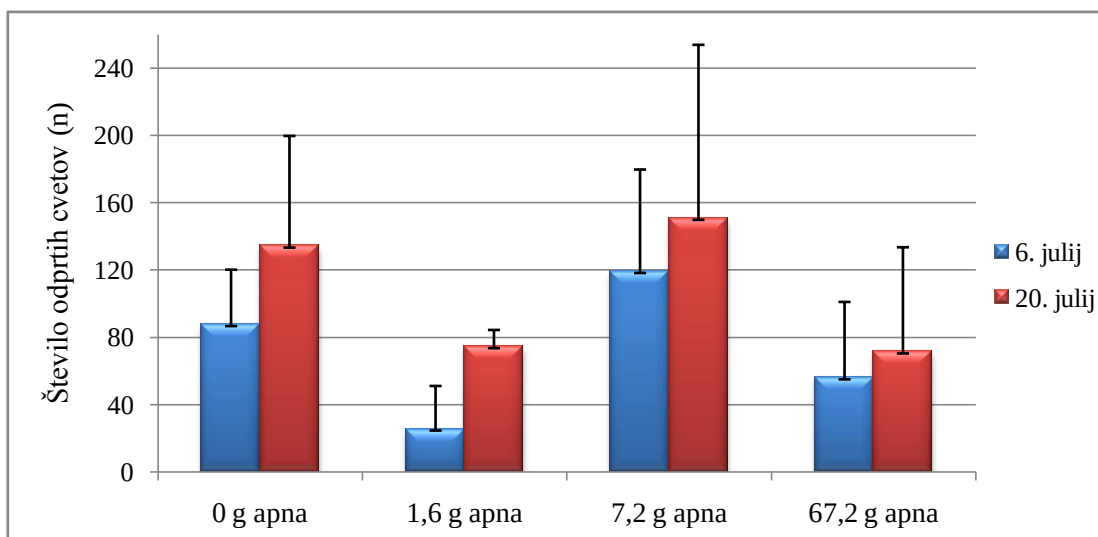
Slika13: Povprečna dolžina poganjkov lobelije izmerjena v obdobju med 6.5. in 6.7.2011.

Število razvitih listov je bilo največje pri pH vrednosti 5,0 (7,2 g apna) ter pri substratu s pH vrednostjo 3,2 (brez dodanega apna). Število razvitih listov je bilo manjše v substratu z največjo pH vrednostjo 7,0 (67,2 g) in v substratu s pH vrednostjo 4,0 (1,6 g). Največ razvitih listov je bilo pri večji vsebnosti apna (7,2 g), najmanj razvitih listov pa je bilo pri največji vsebnosti apna (67,2 g) v substratu (slika 14).



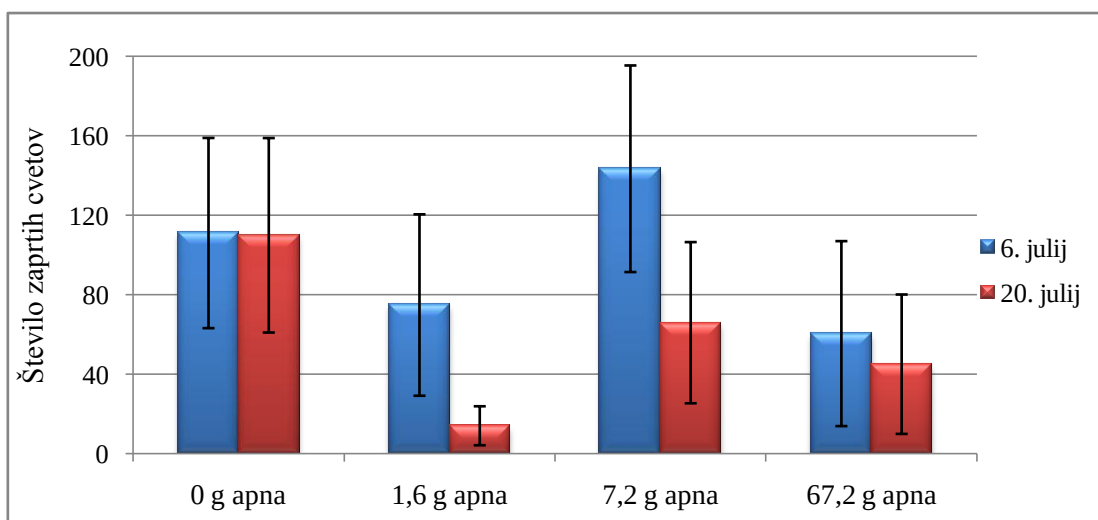
Slika 14: Povprečno število razvitih listov lobelije glede na dodano apno v substratu, 2011.

Največje število odprtih cvetov, 150 smo na rastlinah 20. julija prešteli pri substratu s pH vrednostjo 5,0 (7,2 g apna). Najmanjše število odprtih cvetov, 25 smo 6. julija prešteli pri substratu s pH vrednostjo 4,0 (1,6 g apna). V substratu s pH vrednostjo 3,2 (brez apna) je bilo dne 6. julija odprtih 87 cvetov in dne 20. julija 134 cvetov. 20. julija smo najmanjše število odprtih cvetov, prešteli pri substratu s pH vrednostjo 7,0 (67,2 g apna) (slika 15).



Slika 15: Število odprtih cvetov pri potaknjencih lobelije glede na različne količine apna v substratu dne 6.7. in 20.7.2011.

Največje število zaprtih cvetov, 143 smo 6. julija prešteli pri substratu s pH vrednostjo 5,0 (7,2 g apna). Istega dne smo prešteli najmanjše število zaprtih cvetov, 60 pri substratu s pH vrednostjo 7,0 (67,2 g apna) (slika 16).

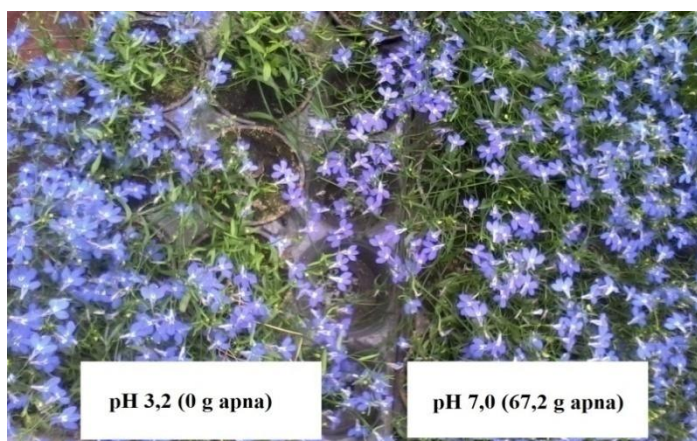


Slika 16: Število zaprtih cvetov lobelije glede na različne količine apna v substratu dne 6.7. in 20.7.2011.

Barva cvetov se je že na pogled razlikovala med rastlinami, ki so rasle v substratih z različno pH vrednostjo. Rastline, ki so bile posajene v substrate z manjšo pH vrednostjo so imele ves čas opazovanja svetlejša cvetova, kot rastline v substratu z največjo pH vrednostjo (sliki 16 in 17). Največjo vrednost parametra a^* smo izmerili pri cvetovih rastlin v substratu s pH vrednostjo 3,2 (0 g apna). Največjo vrednost parametra b^* smo izmerili pri cvetovih rastlin, ki so rasle v substratu s pH vrednostjo 7,0 (67,2 g apna). Najmanjšo vrednost smo izmerili pri cvetovih rastlin v substratu s pH vrednostjo 5,0 (7,2 g apna). V poskusu smo izmerili največjo vrednost parametra L^* pri cvetovih rastlin v substratu s pH vrednostjo 3,2 (0 g apna), najmanjšo pa pri cvetovih rastlin v substratu s pH vrednostjo 7,0 (67,2 g apna) (preglednica 4).

Preglednica 4: Vrednosti posameznih parametrov, ki označujejo barvo cvetov, 6. 7. 2011.

pH vrednost	a^*	b^*	c^*	h°	L^*
3,2	$14,16 \pm 6,97$	$-31,77 \pm 7,08$	$34,96 \pm 8,43$	$290,00 \pm 28,41$	$43,23 \pm 6,65$
4,0	$11,33 \pm 6,35$	$-31,93 \pm 8,29$	$34,28 \pm 8,47$	$288,17 \pm 14,31$	$43,00 \pm 8,01$
5,0	$13,90 \pm 6,04$	$-30,62 \pm 16,11$	$36,76 \pm 8,83$	$292,79 \pm 11,46$	$41,80 \pm 6,29$
7,0	$13,18 \pm 6,63$	$-32,25 \pm 8,31$	$25,18 \pm 8,66$	$292,06 \pm 10,86$	$41,57 \pm 7,30$



Slika 17: Cvetovi lobelije levo v substratu s pH 3,2 in desno v substratu s pH 7,0, 6.7.2011.

Največjo vrednost parametra a^* smo izmerili pri cvetovih rastlin v substratu s pH vrednostjo 7,0 (67,2 g apna). Največjo vrednost parametra b^* smo izmerili pri cvetovih rastlin, ki so rasle v substratu s pH vrednostjo 5,0 (7,2 g apna). Najmanjšo vrednost smo izmerili pri cvetovih rastlin v substratu s pH vrednostjo 4,0 (1,6 g apna). V poskusu smo izmerili največjo vrednost parametra L^* pri cvetovih rastlin v substratu s pH vrednostjo 3,2 (0 g apna), najmanjšo pa pri cvetovih rastlin v substratu s pH vrednostjo 5,0 (7,2 g apna) (preglednica 5).

Preglednica 5: Vrednosti posameznih parametrov, ki označujejo barvo cvetov lobelije, 20. 7. 2011.

pH vrednost	a^*	b^*	c^*	h°	L^*
3,2	$11,95 \pm 4,83$	$-28,09 \pm 8,81$	$30,91 \pm 8,67$	$289,78 \pm 30,32$	$46,74 \pm 6,06$
4,0	$11,80 \pm 5,37$	$-24,88 \pm 9,61$	$28,01 \pm 9,78$	$289,08 \pm 42,99$	$45,90 \pm 4,12$
5,0	$12,63 \pm 6,36$	$-28,22 \pm 9,16$	$31,43 \pm 9,25$	$288,12 \pm 38,98$	$45,14 \pm 5,77$
7,0	$14,34 \pm 6,24$	$-26,59 \pm 11,25$	$29,54 \pm 11,18$	$293,06 \pm 40,34$	$45,86 \pm 6,84$



Slika 18: Cvetovi lobelije spodaj v substratu s pH 3,2 in zgoraj s pH 7,2, 20.7.2011.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Lobelija (*Lobelia erinus* L.) je pri nas v zadnjih letih precej razširjena enoletnica, ki se uporablja za sajenje v gredice, pa tudi kot balkonska rastlina. Znana je po drobnih cvetovih, modre barve, pri posameznih sortah pa nastopa tudi bela barva cvetov in celo roza barva cvetov. Namen diplomske naloge je bil proučiti možnost razvoja kakovostne barve glede na pH vrednost substrata, v katerem smo gojili rastline.

Pri gojenju rastlin je pomembna izbira primerne načina gojenja. Danes je na voljo veliko različnih substratov, ki imajo različno sestavo in pH, s tem pa tudi različno vplivajo na razvoj rastlin.

Uporabili smo potaknjence matične rastline lobelije (*Lobelia erinus* L.). Potaknjence smo rezali in potikali dne 24.3.2011.

V obdobju poskusa od 1.3. do 21.7.2011 smo izvedli različne meritve na posameznih rastlinah. Iz dobljenih meritev smo izračunali povprečne vrednosti za dolžino poganjkov, število listov, cvetnih nastavkov, števila cvetov, odprtih in zaprtih cvetov ter delež ukoreninjenih potaknjencev. Za vsako varianto substrata z določenimi vrednostmi dodanega apna smo opravljali pH meritve v laboratoriju z elektronskim pH metrom in v rastlinjaku direktno v substratu s hitrim pH metrom.

5.1.1 pH vrednost

Idealna voda primerna za zalivanje večine kultur je mehka voda s TS 6-8, odvisno od rastline in substrata. Z vidika trdote vode je problematična predvsem karbonatna trdota, ki med drugim lahko vpliva na povečanje pH substrata. Karbonati iz vode lahko hitro spremenijo pH v lončku (Kolomanič-Bučar, 2010). Prav gotovo je to razlog, da so se v našem poskusu pH vrednosti substratov v času trajanja poskusa dvigovale. V rastlinjaku se namreč za zalivanje rastlin uporablja vodovodna voda, ki je trda voda.

pH vrednost substrata se je pri različnih začetnih pH vrednostih različno spreminjala. Pri substratu z največjim pH so bila v času poskusa značilna nihanja pH vrednosti. Največja pH vrednost substrata pomeni, da je koncentracija trdototvornih karbonatov v tem substratu največja. S stalnim zalivanjem se ti karbonati premeščajo, migrirajo in to je verjetno razlog za ta močnejša nihanja. Pri ostalih pH vrednostih se je pH vrednost v času poskusa dvignila, pri pH 4 je bil ta dvig celo zelo močan. Razlog za to dvigovanje je gotovo v kakovosti vode, ki smo jo uporabili za zalivanje, saj smo uporabljali vodovodno

vodo. V bodoče je še posebej potrebno pri takšnih poskusih uporabljati za zalivanje deževnico ali pa morda destilirano vodo, ki imata trdoto okrog 0 (Kolmanič-Bučar, 2010).

5.1.2 Razmnoževanje rastlin

Mnogi menijo, da je pri zelo velikem številu rastlin najuspešnejše razmnoževanje z zelenimi potaknjenci. Večino sezonskih rastlin tudi v praksi razmnožujemo z zelenimi potaknjenci, saj se na ta način dobro razmnožujejo, to velja tudi za lobelijo (Golob, 1989). Zato smo se pri zasnovi poskusa odločili, da bomo rastline za poskus razmnožili z zelenimi potaknjenci. Pričakovali smo, da se bodo potaknjenci uspešno ukoreninili. Prvi potik rastlin je bil neuspešen, saj so vsi potaknjenci propadli, verjetno zaradi okuženega substrata. Okužen substrat je v fazi razmnoževanja izjemno problematičen. Substrat mora biti, če želimo zagotoviti uspešno razmnoževanje, brez povzročiteljev bolezni, škodljivcev, semen plevela in rastlinam škodljivih snovi (Heitz, 2007). Potik v kasnejšem terminu je bil uspešnejši, saj smo bili previdni pri uporabi substrata. Dobro smo preverili, da le ta ni bil okužen. Ker smo rastline ves čas dobro prezračevali ter vlažili, smo dosegli koreninjenje več kot 50 % (62 %). Pri mnogih sezonskih rastlinah lahko sicer računamo tudi z boljšim uspehom razmnoževanja, zato bi bilo tudi pri lobeliji v primeru razmnoževalnih poskusov vredno razmisliti o dodatni optimizaciji metode.

5.1.3 Razvoj rastlin

pH vrednost ima velik pomen, saj vpliva na dostopnost rastlinskih hranil. Pri kislem pH pod 5,5 postanejo mikroelementi (mangan, baker, železo, cink) bolj topni in veliko bolj dostopnejši rastlinam. Prevelika količina mikroelementov postane toksična in s tem lahko pripelje do kloroz (Kolomanič-Bučar, 2010). Kot navaja Kušar (2007) v poskusu s pelargonijami, je pri organskih substratih idealna pH vrednost za večino rastlin od 5 do 6 in od 4,5 do 5,5 za rastline, ki imajo rade kislo okolje. Pri teh pH vrednostih bo rastlini dostopna večina potrebnih hranil. V našem poskusu je bil najbližje tem vrednostim substrat s pH 5 (7,2 g apna), kjer so rastline tudi najbolj uspevale, čeprav za lobelije ni na voljo posebnih raziskav v zvezi s pH vrednostjo. Vsi kazalniki vegetativnega razvoja (število listov, prirast) so bili največji pri rastlinah v substratu s to pH vrednostjo. Morda nekoliko preseneča kontrolna varianta, kjer so rastline, kljub zelo majhni pH vrednosti razmeroma dobro rasle. Po drugi strani pa je bila rast rastlin v substratu z najmanjšo dodano količino apna presenetljivo šibka. Delni vzrok je morda, da se je pH vrednost pri tej varianti tekom poskusa najmočneje dvignila.

5.1.4 Razvoj cvetov in barva cvetov

Razvoj cvetov, ki smo ga ocenjevali s številom odprtih in zaprtih cvetov je bil pri obeh poznanih terminih najmočnejši pri varianti substrata s pH 5 (7,2 g apna). To je povsem

razumljivo, saj so rastline v tem substratu najmočnejše rasle. Razvile so torej največji volumen in potem tudi največ cvetov. Obenem s tem našim poskusom potrjujemo literaturne navedbe o pH vrednostih med 5,5 in 6,0 kot optimalnih za rast in razvoj rastlin (Kušar, 2007; Kolmanič-Bučar, 2010). Odtенок barve in njegova intenzivnost se pri antocianinih spreminjata v odvisnosti od pH vrednosti celičnega soka tkiva, pri katerem opazujemo barvo (Schwinn in Davies, 2004). Merili smo parametre a^* , b^* , c^* , h° in L^* na cvetovih lobelije.

Ker so antocianini v stabilni barvi pri nižjem pH, saj je takrat molekula v obliki flavijevega kationa (Schwinn in Davies, 2004), smo izmerili največjo vrednost parametra a^* pri cvetovih v substratu s pH 3,2 (0 g apna) 6. julija. 20. julija pa smo izmerili najvišjo vrednost parametra a^* v substratu s pH 7,0 (67,2 g apna). a^* parameter prikazuje odtенок barve od rdeče proti zeleni, kjer pozitivno število označuje rdečo, negativno število pa zeleno barvo (Hunterlab, 2012; Štefan, 2014). Ker negativno število prikazuje modro barvo pri parametru b^* smo izmerili največjo vrednost pri cvetovih v substratu s pH 7 (67,2 g apna) 6. julija. 20. julija smo v substratu s pH 5,0 (7,2 g apna) izmerili največjo vrednost parametra b^* . 6. in 20. julija so bili cvetovi najsvetlejši v substratu s pH 3,2 (0 g apna), kar prikazuje parameter L^* , višja je vrednost svetlejše je barva. Znano je, da se barva cvetov spreminja glede na pH tal. Modre odtenke imajo cvetovi rastlin v bolj kislih tleh. V bazičnih tleh imajo cvetovi svetlejše odtenke, ter prehajajo iz blede modrih v rožnate odtenke. V zelo alkalnih tleh so cvetovi temno roza barve (Jošar, 2015). Glede na izgled lobelij se te ugotovitve v našem poskusu niso potrdile, saj so bili cvetovi pri obeh terminih na videz intenzivnejše modri v bolj alkalnem substratu. Z vidika merjenih parametrov barve v našem poskusu bi lahko rekli, da so se predvsem meritve v drugem terminu, 20. julija najbolj približale omenjenim ugotovitvam (Jošar, 2015). Rastline v bolj kislih variantah (npr. kontrola) so imele namreč v tem terminu nekoliko manjšo vrednost parametra b^* , torej intenzivnejšo modro barvo, kar pa izgled rastlin ni kazal. To jasno kaže na dejstvo, da je barva, ki jo zaznamo z našimi čutili (očesi) splet mnogih dejavnikov (vsebnost različnih snovi, ki absorbirajo sevanje, trenutna osvetlitev, položaj od kje gledamo, ipd.). Zanimivo je, da so v drugem terminu cvetovi rastlin vseh variant kazali manj izrazito modro barvo, saj so bile vrednosti parametra b^* nekoliko večje. Razlog za te rezultate je morda v večji osvetljenosti prostora v tem času, saj smo to drugo meritev opravljali v drugi polovici julija. Od vseh teh ugotovitev najbolj odstopa varianta z 1,6g apna (pH 4,0), ki je zelo odstopala tudi glede ostalih rezultatov.

5.2 SKLEPI

Novosti pri balkonskih rastlinah, ki nam jih ponujajo profesionalni vrtnarji se zaradi modnih smernic dobro prodajajo, vendar je zanje bolj malo razpoložljive literature, to velja tudi za informacije o barvi cvetov.

Kot smo domnevali ima pH pomemben vpliv na barvo cvetov in razvoj rastlin pri lobeliji. Glede na uporabo različnih pH substratov, smo pričakovali razlike v rasti in v razvoju rastlin med različnimi substrati.

Rezultati v času poskusa so pokazali, da je pH vplival na vse dejavnike rasti in razvoja rastlin. S poskusom pri različnih substratih smo pri rastlinah lobelije ugotovili naslednje:

- najdaljši poganjki so bili pri rastlinah v substratu s pH 5,0 (7,2 g apna),
- največje št. razvitih listov je bilo pri rastlinah v substratu s pH 5,0 (7,2 g apna),
- največje št. cvetov je bilo pri rastlinah v substratu s pH 5,0 (7,2 g apna).
- po CIELAB metodi smo določili, da je bila barva rastlin z največjo vsebnostjo apna v substratu najtemnejša.

Iz dobljenih rezultatov je razvidno, da je substrat s pH 5,0 (7,2 g apna) najugodnejše vplival na rast in razvoj rastlin. Da bi dobili močnejši učinek, oz. bolj vidne spremembe glede barve cvetov, bi morali dodati več apna v substrat. Dobili bi bolj bazično okolje, s tem pa bi cvetovi imeli več vijoličnega odtenka. Seveda je pa pričakovati, da bi bila rast rastlin v takšnem okolju slabša, morda bi začele rastline celo propadati in zato željenega učinka ne bi mogli doseči. Kljub vsemu smo z meritvami barve uspeli dokazati, da se barva cvetov pri različnih pH substrata spreminja. To pomeni, da lahko torej tudi pri lobeliji s spremembo pH substrata dosežemo določene spremembe barve. Vprašanje pa seveda je, koliko so kupci optično sposobni te spremembe zaznati. Morda bi bile z vidika kupcev očitnejše spremembe barve cvetov pri tistih lobelijinih sortah, ki cvetijo roza.

Dobljeni rezultati so specifični za določeno časovno obdobje, verjetno bi v daljšem času trajanja poskusa dobili drugačne rezultate, saj nekatere rastline pozneje postanejo bujnejše, nastavijo več listov in cvetov, bujnejše cvetijo in dolžina poganjkov se podaljša. Smo pa z našim poskusom proučevali rast in razvoj rastlin v času gojenja rastlin, torej do prodaje, zato smo poskus zastavili v takšnem časovnem obdobju.

6 POVZETEK

Lobelija velja za eno starejših balkonskih in grednih rastlin. V vrtnarstvu se najpogosteje uporablja vrsta *Lobelia erinus* L., ki izvira iz Južne Afrike. Zaradi toplega podnebja jo tam najdemo kot trajnico, pri nas pa kot enoletnico. Cvetovi so različnih barv od modre do roza in bele. Zaradi majhnih in bujnih cvetov jo navadno posadimo v viseče košare, lepo pa se ujame tudi s strukturnimi rastlinami. Dobro prenaša vremenske spremembe, večjih problemov z boleznimi pa načeloma ni.

Vsako leto se pred sezono balkonskih rastlin ljudje odločajo za rastline, primerne za sajenje na balkonih. Pri tem so pomembni dejavniki, ki odločajo pri nakupu kot so bujnost cvetenja, oblika cvetov, ter barva cvetov, ki najbolj odloča pri samem nakupu, saj nas rastline očarajo z živimi cvetovi različnih oblik in velikosti.

Poskus smo izvedli v rastlinjaku na Biotehniški fakulteti na Oddelku za agronomijo. Najprej smo potikali potaknjence, ki smo jih dobili iz matičnih rastlin lobelije. Poskus je potekal od 1.3. do 21.7.2011. Poskus je bil zastavljen za vsako pH vrednost po deset rastlin v štirih ponovitvah. Uporabili smo štiri različne pH vrednosti substrata (pH 4, pH 5, pH 7), in kontrolo (pH vrednost 3,2 brez uravnavanja). Na osnovi izdelane umeritvene krivulje smo izračunali potrebne količine apna za določitev želenih pH vrednosti.

Po uspešnem potiku smo na ukoreninjenih rastlinah opravili oceno koreninskega sistema. Pripravili smo substrat za sajenje uspešno koreninjenih potaknjencev, v katerega smo jih posadili. Merili in šteli smo različne parametre, kot so število listov, dolžino poganjkov, število odprtih in zaprtih cvetov in pH substrata.

Med poskusom smo jemali vzorce substrata in spremljali pH vrednost substrata v času rastne sezone. Ugotovili smo nihanje pH vrednosti v substratu, kar je bila verjetno posledica zalivanja z vodovodno vodo.

Na osnovi dobljenih rezultatov smo ugotovili, da pH vpliva na rast in razvoj rastlin. pH substrata je različno vplival na razvoj rastlin. Najbolje so se razvijale rastline v substratu s pH 5,0 (7,2 g apna). Te rastline so razvile tudi največ cvetov.

Kolorimetrične parametre a^* , b^* , c^* , L^* in h , smo zbrali s pomočjo kolorimetra na cvetovih lobelije. Pri vsakem substratu smo izmerili za vsako rastlino po deset cvetov. Tako, da je bilo pri vsaki različici substrata za vsako od desetih rastlin, deset ponovitev. Največjo vrednost parametra (14,34) a^* smo izmerili pri cvetovih v substratu s pH 7 (67,2 g apna) v drugem terminu merjenja barve. Najmanjšo vrednost parametra (-32,25) b^* smo izmerili pri cvetovih v substratu s pH 7 (67,2 g apna), v prvem terminu merjenja barve. Največjo vrednost parametra (46,74) L^* , smo izmerili v substratu s pH 3,2 (0 g apna), kjer

so bili cvetovi najsvetlejši. Med poskusom smo vizualno opazovali barvo cvetov. S prostim očesom je minimalne spremembe težko zaznati, vendar so rastline v substratu s pH 3,2 (0 g apna) kazale malenkost svetlejšo barvo cvetov od rastlin v substratu pH 7,0 (67,2 g apna). Poskus je pokazal, da sta rast in razvoj rastlin pri lobeliji odvisni od pH vrednosti substrata. Najboljše rezultate so v splošnem pokazale rastline, ki so rasle v substratu s pH vrednostjo 5,0 (7,2 g apna). Rastline so v tem substratu razvile tudi največ cvetov. S pH vrednostjo substrata smo vplivali tudi na barvo cvetov, vendar je bilo te spremembe s prostim očesom optično težko zaznati. Morda bi bile spremembe bolj očitne pri sortah, ki cvetijo roza.

7 VIRI

- Batagelj M. 2011. Vpliv tehnoloških ukrepov na obarvanost jabolk (*Malus domestica* Borkh). Diplomski projekt. Ljubljana, BF Odd. za agronomijo: 16 str.
- CIELAB. 2000. Tehnical guides. Color models.
http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html (10. dec. 2014)
- Cunja V. 2012. Določanje antocianov v venčnih listih cvetov različnih vrst sadnega drevja. Magistrsko delo. Ljubljana, BF Odd. za agronomijo: 47 str.
- Dyer M.H., Flowering requirements for Lobelia. Home guides.
<http://homeguides.sfgate.com/flowering-requirements-lobelia-66430.html> (6.apr.2015)
- Faragher J. D. 1983. Temperature regulation of anthocyanin accumulation in apple skin. *Journal of Experimental Botany*, 34, 10: 1291-1298
- Golob I. 1989. Razmnožujmo okrasne rastline. Ljubljana, Kmečki glas: 197 str.
- Heitz H. 2007. Balkonske rastline in posodovke: temeljno delo za vse ljubitelje rastlin. Ptuj: In Obs Medicus: 236 str.
- Hortenzijam lahko sami spremenite barvo. Vodič-rože. Slonep.
<http://www.slonep.net/vrt-in-okolica/roze/vodic/hortenzijam-lahko-sami-spremenite-barvo> (22.feb. 2015)
- HunterLab. 2012. Measuring Color using Hunter L,a,b versus CIE 1976 L*a*b*.AN 1005.00. Hunter Associates Laboratory: 4 str.
<http://www.hunterlab.com/an-1005b.pdf> (10. dec. 2014)
- Jošar J. 2015. Cvetlična.si. Hortenzije.
http://www.cvetlicna.si/CVET,okrasni_vrt,hortenzija.html (22.feb. 2015)
- Kolmanič-Bučar M. 2010. Substrati, gnojila in hranila v vrtnarstvu. Maribor: 24 str.
http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/Gradiva_ESS/Biotehniska_podrocja__sole_za_zivljenje_in_razvoj/BT_PODROCJA_25HORTIKULTURA_Substrati_Kolmanic.pdf
- Kušar T. 2007. Gojenje pelargonij (*Pelargonium peltatum* L.) sort 'Rainbow red' in 'Rainbow white' v različnih substratih. Diplomsko delo. Ljubljana, BF Odd. za agronomijo: 43 str.
- Mayer J. 2006. Balkonske rastline in velike posodovke. Ljubljana, Mladinska knjiga: 192 str.
- Nelson P. V. 2011. Greenhouse operation and management. Prentice Hall, New Jersey: 607 str.

- Podgornik-Reš R. 1999. Enoletne in dvoletne cvetlice. Ljubljana, Humko Bled: 230 str.
- Podgornik-Reš R. 2007. Sto sezonskih rastlin na Slovenskem. Ljubljana, Prešernova družba. 247 str.
- Podgornik-Reš R. 2008. Cvetoče razkošje : za okrasitev hiše, balkona, terase, okenske police. Ljubljana, Mladinska knjiga: 148 str.
- Schwinn K. E., Davies K. M. 2004. Flavonoids. V: Plant pigment and their manipulation. Davies K.M. (ed.). Oxford, Blackwell Publishing (AnnualPlantReviews, 14): 92-140
- Sojar M. 1972. Vrtne enoletnice. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 134 str.
- Starmer A. 2006. Barvne sheme. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 253 str.
- Summa Gallicana, Lessico. Mathias de Lobel,
<http://www.summagallicana.it/lessico/l/Lobel%20Mathias.htm>(6.apr.2015)
- Štefan M. 2014. Barvni geslovník. Ljubljana, Grafičar - Delo d.d.
<http://www.graficar.si/index.php/geslovniki/18-barvni-geslovník> (13. nov. 2014)
- Ubi V.W., Honda C., Bessho H., Kondo S., Wada M., Kobayashi S., Moriguchi T. 2006. Expression analysis of anthocyanin biosynthetic genes in apple skin: effect of UV-B and temperature. Plant Science, 170: 571-578
- Vodnik D. 2012. Osnove fiziologije rastlin. Ljubljana, Tiskarna Januš: 141 str.
- Yamasaki H., Uefuji H., Sakihama H. 1996. Bleaching of the red anthocyanin induced by superoxide radical. Archives of Biochemistry and Biophysics, 332: 183-186

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujem mentorju prof. dr. Gregorju OSTERCU za vse strokovne pripombe, za kritični pregled, potrpežljivost, ter za vso namenjeno skrb poskusnim rastlinam.

Za pregled diplomskega dela se tudi zahvaljujem prof. dr. Dominiku VODNIKU, ter prof. dr. Zlati LUTHAR.

Velika zahvala gre mojim staršem, ker so me spodbujali in mi finančno pomagali skozi študij.

Velika zahvala gre tudi mojemu fantu Benjaminu, za vse spodbude med študijem, za vso pomoč pri meritvah med samim poskusom, ter pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Hvala vsem, ki ste verjeli vame in mi na kakšen koli način pomagali.