

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Marjeta ORLČNIK

**OPTIMIZACIJA RAZMNOŽEVANJA  
Z ZELENI POTAKNJENCI PRI RAZLIČNIH  
DREVOREDNIH VRSTAH LIPE (*Tilia sp.*)**

DIPLOMSKO DELO  
Visokošolski strokovni študij

**OPTIMISATION OF GREEN CUTTING  
REPRODUCTION AT DIVERSE STREET  
TREE SPECIES OF LIME (*Tilia sp.*)**

GRADUATION THESIS  
Higher professional studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija agronomije, smer hortikultura. Opravljeno je bilo na Katedri za sadjarstvo, Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani. Poskus je bil izvajan v plastenjaku Biotehniške fakultete.

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

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Katja VADNAL  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: prof. dr. Aleksander Šiftar  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Marjeta ORLČNIK

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Vs  
DK UDK 635.9 : 582.685.4 : 631.53 (043.2)  
KG *Tilia*/vegetativno razmnoževanje/zeleni potaknjenci/megljenje/hormon/okrasne drevnine  
KK AGRIS F01/F02  
AV ORLČNIK, Marjeta  
SA OSTERC, Gregor  
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
LI 2007  
IN OPTIMIZACIJA RAZMNOŽEVANJA Z ZELENI MI POTAKNJENCI PRI RAZLIČNIH DREVOREDNIH VRSTAH LIPE (*Tilia sp.*)  
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)  
OP IX, 30 [1] str., 2 pregl., 9 sl., 18 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI V letu 2004 smo v rastlinjaku Biotehniške fakultete opravili poskus z zelenimi potaknjenci v razmerah visokotlačnega sistema meglenja (fog system), v katerega je bilo vključenih 6 različnih vrst (*Tilia sp.*) oz. sort lip, *Tilia platyphyllos* 'Agi', *Tilia platyphyllos*, *Tilia tomentosa*, *Tilia tomentosa* 'Szeleste', *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala' in *Tilia europaea* 'Euchlora'. V poskus smo vključili štiri ponovitve s 30 potaknjenci v ponovitvi. Potaknjence smo potaknili v substratno mešanico šote in kremenčevega peska (3:1). Substratu smo dodali še 2,0 g/l počasi delujočega gnojila Osmocote Plus 3 – 4 M (16 + 11 + 11 + 3,0) in 0,6 g apna/l substrata. Pred potikom smo bazo potaknjencev tretirali s 0,5 % IBA (10 % Euparena na osnovi smucka). Po končani rastni dobi smo ovrednotili delež ukoreninjenih potaknjencev, delež propadlih potaknjencev s koreninami, obliko koreninjenja, dolžino korenin, prirast glavnih in stranskih poganjkov in število poganjkov. Rezultati so bili glede na vrsto oz. sorto lipe različni. Uspeh koreninjenja je bil največji pri *Tilia tomentosa* 'Szeleste' in sicer s 22,3 %, nekoliko slabši pri *Tilia europaea* 'Euchlora' 9,2 % in *Tilia platyphyllos* 'Agi', 7,5 %, še malce slabše je koreninila *Tilia tomentosa* 1,7 %, brez ukoreninjenih potaknjencev pa smo ostali pri *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala' in *Tilia platyphyllos*. Največje število potaknjencev z razvitimi koreninami je propadlo pri potaknjencih vrste *Tilia platyphyllos* 'Agi', in sicer 26,7 %, ter pri potaknjencih vrste *Tilia tomentosa*, 16,8 %. Rezultati kažejo, da so vse vrste potaknjencev lipe, ki so koreninile, nagnjene k bazalnemu razvoju korenin. Potaknjenci vrste *Tilia tomentosa* 'Szeleste' so razvili v povprečju najdaljši šop glavnih korenin, in sicer 16,1 cm, potaknjenci vrste *Tilia tomentosa* pa so s 7,5 cm razvili najkrajši šop korenin. Potaknjenci so v povprečju razvili od 2,4 do 7,9 glavnih korenin. Prirast glavnih in stranskih poganjkov je bil zelo izenačen, izjema so le potaknjenci *Tilia tomentosa*, ki so razvili le stranske poganjke. Število stranskih poganjkov se je pri potaknjencih v povprečju gibalo od 0,4 do 1,2.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs  
DC UDC 635.9 : 582.685.4 : 631.53 (043.2)  
CX *Tilia*/vegetative propagation/green cuttings/fog system/hormones  
CC AGRIS F01/F02  
AU ORLČNIK, Marjeta  
AA OSTERC, Gregor (supervisor)  
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy  
PY 2007  
TI OPTIMISATION OF GREEN CUTTING REPRODUCTION AT DIVERSE  
STREET TREE SPECIES OF LIME (*Tilia sp.*)  
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)  
NO IX, 30 [1] p., 2 tab., 9 fig., 18 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB In 2004 an experiment was performed in the greenhouse of the Biotechnical Faculty with green cuttings under the high-pressure fog system conditions. The experiment included 6 different species of lime tree (*Tilia sp.*) and/or lime varieties, *Tilia platyphyllos* 'Agi', *Tilia platyphyllos*, *Tilia tomentosa*, *Tilia tomentosa* 'Szeleste', *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala' and *Tilia europaea* 'Euchlora'. The experiment was carried out with four repetitions with 30 cuttings per repetition. The cuttings were set into a substrate mixture of peat and quartz sand (3:1). Further, the slow-acting fertilizer Osmocote Plus 3 – 4 M (16 + 11 + 11 + 3,0) - 2.0 g/l and lime - 0.6 g/l of substrate were added. Prior to insertion in to the substrate the base of cuttings was treated with 0,5 % IBA (10 % Euparen on talcum basis). When the growth period ended, we made an evaluation of rooted cuttings, of decayed cuttings with roots, of rooting type of root length of development of main and side shoots, as of well as number of shoots. The results varied with regard to the species and/or variety of lime tree. The rooting proved most successful with *Tilia tomentosa* 'Szeleste' reaching 22,3 %, a bit less successful with *Tilia europaea* 'Euchlora', 9,2 %, and *Tilia platyphyllos* 'Agi', 7,5 %, and even less with *Tilia tomentosa*, 1,7 %, whereas there were no rooted cuttings observed with *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala' and *Tilia platyphyllos*. The greatest number of decayed cuttings with developed roots was observed with the cuttings *Tilia platyphyllos* 'Agi' i.e. 26,7 %, and with the cuttings *Tilia tomentosa* i.e. 16,8 %. The results show that all the cuttings of the lime varieties that have rooted tend to develop basal roots. The cuttings of *Tilia tomentosa* 'Szeleste' on the average developed the longest root bush i.e. 16,1 cm, whereas the cuttings of *Tilia tomentosa* with 7,5 cm developed the shortest root bush. On the average, the cuttings developed from 2,4 to 7,9 main roots. There was a very uniform development of main and side shoots observed, the exception being only the cuttings of *Tilia tomentosa* with only side shoots developed. With the cuttings the number of side shoots on the average varied between 0,4 and 1,2.

## KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	1
<b>2 PREGLED LITERATURE</b>	<b>2</b>
2.1 LIPA	2
<b>2.1.1 Botanična razvrstitev</b>	<b>2</b>
<b>2.1.2 Pomen lipe v slovenskem izročilu</b>	<b>2</b>
<b>2.1.3 Botanične značilnosti</b>	<b>2</b>
<b>2.1.4 Razmnoževanje lip</b>	<b>3</b>
<b>2.1.5 Uporabnost lip</b>	<b>3</b>
2.2 RAZMNOŽEVANJE LESNATIH RASTLIN	3
<b>2.2.1 Generativno razmnoževanje</b>	<b>3</b>
<b>2.2.2 Vegetativno razmnoževanje</b>	<b>4</b>
2.2.2.1 Zeleni potaknjenci	5
2.3 RAZMERE ZA USPEŠNO UKORENINJENJE POTAKNJENCEV	5
<b>2.3.1 Pomen različnih vrst in sort</b>	<b>5</b>
<b>2.3.2 Vpliv fiziološke starosti matične rastline na uspešno razmnoževanje potaknjencev</b>	<b>6</b>
<b>2.3.3 Čas rezi</b>	<b>7</b>
<b>2.3.4 Tvorba kalusa in formiranja korenin pri potaknjencih</b>	<b>7</b>
<b>2.3.5 Substrat</b>	<b>8</b>
<b>2.3.6 Oroševalni sistem</b>	<b>9</b>
2.4 RASTNI REGULATORJI - HORMONI	10
<b>2.4.1 Avksin</b>	<b>11</b>
<b>3 LASTNI POSKUS</b>	<b>13</b>
3.1 LOKACIJA POSKUSA	13
3.2 MATERIAL	13
<b>3.2.1 Sortiment</b>	<b>13</b>
3.3 METODE DELA	15
<b>3.3.1 Zasnova poskusa</b>	<b>15</b>
3.3.1.1 Matična rastlina	15
3.3.1.2 Priprava substrata za koreninjenje	16
3.3.1.3 Priprava potaknjencev za potik	16

<b>3.3.2</b>	<b>Rastne razmere</b>	17
3.4	VREDNOTENJE REZULTATOV	18
3.5	STATISTIČNA ANALIZA	20
<b>4</b>	<b>REZULTATI</b>	21
4.1	REZULTATI KORENINJENJA	21
4.2	PROPADLE LIPE S KORENINAMI	21
4.3	NAČIN RAZVOJA KORENIN	22
4.4	DOLŽINA KORENIN	23
4.5	ŠTEVILO GLAVNIH KORENIN	23
4.6	PRIRAST GLAVNIH IN STRANSKIH POGANJKOV	24
4.7	ŠTEVILO STRANSKIH POGANJKOV	25
<b>5</b>	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b>	26
5.1	RAZPRAVA	26
5.2	SKLEPI	27
<b>6</b>	<b>POVZETEK</b>	28
<b>7</b>	<b>VIRI</b>	29
	<b>ZAHVALA</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Bazalni in akrobazalni način razvoja korenin pri potaknjencih različnih vrst lipe; Biotehniška fakulteta, 2004	str. 22
Preglednica 2:	Število stranskih poganjkov pri potaknjencih različnih vrst lipe; Biotehniška fakulteta, 2004	25

## KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Lipa v parku z imenom "Park spominov in tovarštva"	16
Slika 2: Poskus po 1. mesecu	17
Slika 3: Visokotlačni sistem meglenja	17
Slika 4: Shema za določitev oblike koreninjenja (Osterc, 2003)	19
Slika 5: Koreninjenje potaknjencev pri različnih vrstah lipe; Biotehniška fakulteta, 2004	21
Slika 6: Propad ukoreninjenih potaknjencev pri različnih vrstah lipe; Biotehniška fakulteta, 2004	22
Slika 7: Dolžina koreninskega šopa pri potaknjencih različnih vrst lipe; Biotehniška fakulteta, 2004	23
Slika 8: Število glavnih korenin pri potaknjencih različnih vrst lipe; Biotehniška fakulteta, 2004	24
Slika 9: Prirast glavnih in stranskih poganjkov pri potaknjencih različnih vrst lipe; Biotehniška fakulteta, 2004	25



## UVOD

### 1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Največji problem pri razmnoževanju lesnatih rastlin je, da vsaka vrsta ne razvija plodov redno vsako leto, oz. se seme težko skladišči, zato je potrebno vrsto razmnoževati vegetativno.

Gojenje drevorednih dreves je dolgotrajno. Najbolj pomembno je, da izberemo uspešno metodo vegetativnega razmnoževanja, kajti v drevorede moramo saditi malo večje rastline, drugače bi morali predolgo čakati, da bi zelene rastline imele primerno višino.

Vegetativno razmnoževanje je tudi pri listopadnih drevesih zelo pomembno. V preteklosti je bil dosežen velik napredek pri potaknjencih, saj lahko tudi problematične vrste dobro razmnožujemo z njimi.

V zadnjem času je bilo narejenih veliko poskusov s sistemom meglenja, ki pri razmnoževanju z zelenimi potaknjenci, predvsem problematičnih rastlinskih vrst (*Quercus*, *Acer*, *Prunus*) kaže pozitivne rezultate, na podlagi katerih bi bilo smiselno razmišljati o ekonomski upravičenosti uporabe tega sistema v praksi.

### 1.2 NAMEN RAZISKAVE

Lipa ima poseben, simbolni pomen za Slovence oziroma je pravzaprav središče družbenega življenja pri vseh Slovanih.

Zanimalo nas je, kako lahko lipe razmnožujemo vegetativno, kajti do sedaj še ni veliko izkušenj na tem področju, pa čeprav lipo kot listopadno oz. drevoredno drevo pozna vsak.

Lipa sodi med vrste, ki jih težje razmnožujemo. Ena pomembnejših metod razmnoževanja, ki bi jo lahko uporabili, je razmnoževanje z zelenimi potaknjenci. Novejši sistemi meglenja (visokotlačni sistem meglenja) omogočajo dobro razmnoževanje tudi z vidika koreninjenja zelo problematičnih rodov (*Quercus*, *Acer*), zato jih morda lahko uspešno uporabimo tudi pri lipi.

Naš cilj je bil dobiti čim večje število kakovostnih sadik. Pri našem poskusu smo poleg koreninjenja spremljali tudi delež preživelih sadik in njihovo rast v razmnoževalni sezoni.

### 1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Pri različnih vrstah lip pričakujemo veliko variabilnost pri koreninjenju ter rasti in razvoju potaknjencev.

## 2 PREGLED LITERATURE

### 2.1 LIPA

Rod obsega okoli 50 vrst listopadnih dreves v zmernih območjih severne poloble.

#### 2.1.1 Botanična razvrstitev

Kraljestvo: Rastline – *Plantae*

Deblo: Semenke – *Spermatophyta*

Poddeblo: Kritosemenke – *Magnoliophytina*

Razred: Tribrazdastopelodne dvokaličnice – *Rosopsida*

Red: Slezenovci – *Malvales*

Družina: Lipovke – *Tiliaceae*

Rod: Lipe – *Tilia*.

#### 2.1.2 Pomen lipe v slovenskem izročilu

Lipa je močno prisotna v slovanski kulturi, zelo pomembna je tudi za Slovence.

V mnogih slovenskih vaških skupnostih so imeli običaj, da so na kamnitih sedežih vaščani obravnavali manjše medsebojne spore, sprejemali odločitve o medsebojni pomoči pri tekočih opravilih, volili, pod lipo pa so se tudi zbirali na praznovanjih, veselicah in plesih. Tako je lipa pomenila središče skupnosti.

Od osamosvojitve Slovenije 1991 dalje se v spomin na tovrstne običaje vsako poletje avgusta najpomembnejši predstavniki samostojne slovenske države udeležijo zdaj že tradicionalnega družabnega srečanja na Lundranskem vrhu na Koroškem pod največjo slovensko lipo. To je Najevska lipa ali Najevnikov lipovec (*Tilia cordata*).

#### Lipa ali lipovec?

Lipovec je slovnično moškega spola, zato nemalo ljudi meni, da ne cveti, če pa že cveti, da ima samo moške cvetove in nobenih plodov. Iz tega naj bi sledilo, da so lipe večvredna, lipovci pa manjvredna drevesa. Toda lipe niso dvodomna drevesa, kot na primer bodika in murva, kjer upravičeno govorimo o moških in ženskih drevesih. Vse lipe imajo dvospolne cvetove, zato so lipovci oz. lipnjeki imena, ki dejansko zavajajo. Poimenovanja rastlin so pomembna za sporazumevanje. Obe vrsti lip se očitno razlikujeta vsaj po dveh lastnostih, ki ju opazi vsak, to je po času cvetenja in po velikosti listov. Zmeda bi bila znatno manjša, če bi govorili o rani in pozni lipi oziroma o velikolistni in malolistni lipi. Ker traja cvetenje obeh vrst lip skupno največ en mesec, listi pa so na vejah več kot šest mesecev, bi bilo za potrebe razlikovanja primernejše uporabljati velikost listov (Šiftar, 2002).

#### 2.1.3 Botanične značilnosti

Lipe so drevesa, ki zrastejo 25 – 30 m visoko in imajo mogočno okroglo krošnjo. Lubje je temnejše obarvano, les je mehak in krhek, zato se zlahka obdeluje. Za lipe je značilno, da

so mnogo bolj trpežne, kot recimo kostanji. Listi so nesimetrični, srčaste oblike in izmenično razporejeni.

Cvetovi so dvospolni, obarvani rumenozeleno, konec junija in v začetku julija pa zelo prijetno in močno dišijo. Plodovi, ki dozoriijo septembra, so večsemenski oreški. Listi lipe nimajo lepe jesenske barve, v času cvetenja pa so drevesa prava paša za čebele (Rojc, 1999).

#### **2.1.4 Razmnoževanje lip**

Večinoma jih razmnožujejo s semenom, redkeje tudi vegetativno s cepljenjem.

#### **2.1.5 Uporabnost lip**

Lipov les je mehek, zelo lahek, belkast ali rumenkast in prijetno dišeč. Lipovo cvetje ima več zdravilnih lastnosti, pogosto se uporabljajo za pripravo čajev. Ličje iz skorje so včasih uporabljali v vrvarstvu, za pletenje vreč, košar, obutve in rogoznic, za povezovanje v vrtnarstvu in vinogradništvu. Les pri vrsti *Tilia tomentosa* je še posebej cenjen v rezbarstvu, uporabljajo ga tudi za izdelavo pohištva. Iz ličja so izdelovali pastirske plašče – t.i. ličnike. Je medonosna vrsta, v nekaterih deželah jo sadijo v nasade prav za čebeljo pašo. *Tilia tomentosa* (bela lipa) je medonosna vrsta in daje med vsemi lipami največji donos, pomembna je tudi, ker med lipami cveti zadnja. Zaradi gostih in ostrih dlačic cvetje srebrne lipe ni primerno za pripravo čaja. Lipa je ena najbolj priljubljenih in najpogosteje sajenih okrasnih dreves. Ker gre za velika drevesa, je manj primerna za manjše vrtove. *Tilia tomentosa* (bela lipa) zelo dobro, bolje kot druge lipe, prenaša mestno okolje in sušo, zato so drevesa primerna za sajenje v mestih in v drevoredih.

### **2.2 RAZMNOŽEVANJE LESNATIH RASTLIN**

Poznamo dva načina razmnoževanja, generativno in vegetativno razmnoževanje. Generativno razmnoževanje je razmnoževanje novih rastlin iz semen. Pri tem razmnoževanju ni nujno, da so hčerinske rastline popolnoma podobne materinim. Nova rastlina ima lahko nekaj lastnosti po materi in nekaj po očetu. Pri tujeprašnicah, kamor sodijo lesnate rastline, to pomeni, da hčerinska rastlina ni identična materini rastlini, ampak se lahko bistveno razlikujeta. Vegetativno razmnoževanje je razmnoževanje rastlin z rastlinskimi deli. Potomci vegetativnega razmnoževanja so identični matični rastlini (Osterc, 2003).

#### **2.2.1 Generativno razmnoževanje**

Generativno razmnoževanje imenujemo tudi spolno razmnoževanje, saj so glavni elementi tega razmnoževanja rastlinski spolni organi in nastanek semena (Osterc, 2003).

Generativno razmnoževanje je razmnoževanje s semenom. Seme služi razmnoževanju in širjenju rastline in predstavlja zasnovo (v mirujočem stanju) za mlado rastlino (pri vseh semenkah) (Osterc, 2003).

Seme dobimo od izbranih sort, ki so kljub oploditvi z drugimi sortami relativno izenačene rasti. Seme mora biti dozorelo, polno, primerno težko in nepoškodovano. Ko seme dozori, običajno ni kaljivo, prestatati mora daljšo dobo mirovanja v posebnih razmerah. Potrebni ukrepi pred setvijo (stratifikacija) so za posamezne vrste različni. Pripravljeno in očiščeno seme lahko sejemo že jeseni ali pa seme prezimimo v skladiščih (Jazbec in sod., 1995).

Glede na to, kako je seme nastalo, bo rastlina, zrasla iz semena, enaka matični rastlini, lahko ji bo samo podobna ali pa bo bistveno drugačna od nje. Iz semena lahko dobimo tudi nove sorte, če se rastlina, ki je zrasla iz semena, po lastnostih razlikuje od rastline, s katere smo seme dobili in če so njene lastnosti proizvodno zanimive (Smole in Črnko, 2000).

### 2.2.2 Vegetativno razmnoževanje

Nespolno razmnoževanje označujemo kot vegetativno razmnoževanje. Novo rastlino lahko vzgojimo iz vegetativnega dela rastline, npr. poganjka, dela poganjka, dela korenine ali lista, včasih iz le nekaj milimetrov velikega rastnega vršička ali celo iz ene same celice. Nova rastlina, ki je zrasla iz kateregakoli vegetativnega dela, ima v sebi popolnoma iste genske lastnosti kot rastlina, s katere smo vzeli ta del. Vendar pa morajo iz tega dela rastline v ustreznih ravnih razmerah pognati in se razviti vsi deli, ki so rastlini potrebni za samostojno rast - torej korenine in poganjek z listi (Smole in Črnko, 2000).

Pomembno je dobro poznavanje rastline, da vemo, iz katerih delov lahko nastane nova rastlina. Obenem pa moramo vedeti tudi, v kakšnih ravnih razmerah se to lahko zgodi in kdaj moramo uporabiti posebna sredstva - ravnne regulatorje, ki šele omogočijo rast manjkajočih rastlinskih delov (Smole in Črnko, 2000).

Pri vegetativnem načinu razmnoževanja izkoriščamo določeno sposobnost regeneracije, ki ga imata rastlinsko tkivo in celica. Te lastnosti in sposobnosti rastlin so gensko določene, tako da rastlinski del ali celica v določenih razmerah - v času in specifičnem okolju regenerira svoje organe. Vsaka vegetativna celica se v določeni fazi ali starosti lahko mitotsko deli - podvaja. V celici je tudi genetska informacija, ki je potrebna zato, da se iz nje lahko razvije cel organizem, cela rastlina. Vendar pa so za sprožitev teh procesov v celici potrebne določene razmere, ki celici omogočajo, da se v njej ti procesi ponovno sprožijo. V začetku rasti celice, tkiv ali organov se celice intenzivno mitotsko delijo, to je podvajajo. Pozneje pa celica raste, se zdiferencira in nima več te delitvene sposobnosti - meristemske aktivnosti. V določenih posebnih razmerah se ta aktivnost lahko ponovno sproži. Pri vegetativnem razmnoževanju izkoriščamo prav te lastnosti. To sposobnost imenujemo totipotentnost (Smole in Črnko, 2000).

Najenostavnejši način neposrednega vegetativnega razmnoževanja je razmnoževanje s potaknjenci, če se sorta lahko tako razmnožuje. Potaknjenec je navadno del enoletnega poganjka drevesastih ali grmičastih rastlin v različnih razvojnih obdobjih, od tod izraza zeleni potaknjenec - v fazi vegetacije in lesni potaknjenec - v mirujočem obdobju ravnne dobe (Smole in Črnko, 2000).

Rastline so torej sposobne, da iz različnih že formiranih delov regenerirajo ostale dele nove rastline. Že iz tega spoznamo, da lahko za razmnoževanje uporabimo različne rastlinske

dele. Kateri rastlinski del uporabimo pa je odvisno zlasti od tega, kateri del se ob čim preprostejšem postopku najlažje ukorenini in odžene nadzemni del, da dobimo novo rastlino. Vsi rastlinski deli na posamezni rastlini nimajo enakih regenerativnih sposobnosti. Prav tako vemo, da se nekatere vrste in sorte z lahkoto ukoreninijo, druge le s težavo (Smole in Črnko, 2000).

#### 2.2.2.1 Zeleni potaknjenci

Lesnate rastline v zadnjem času zelo veliko razmnožujemo z zelenimi potaknjenci. Gre za potaknjence, pri katerih uporabljamo za potik toletne poganjke. Ta tehnologija razmnoževanja zahteva povsem drugačne rastne razmere. Rastline v tem razvojnem obdobju lahko razmnožujemo samo v rastlinjaki ali gredah, kjer jim omogočimo ustrezno vlažnost in toploto. Ta način razmnoževanja zahteva dodajanje rastnih regulatorjev - avksinov. Hkrati je potrebno v rastlinjaku poskrbeti za izredno visoko vlažnost, ki zagotavlja, da so listi na potaknjencu neprenehoma vlažni, kar znižuje temperaturo lista in s tem preprečuje premočno transpiracijo. List tako ostaja turgiden (Smole in Črnko, 2000).

Zelene potaknjence režemo, ko poganjki v rastni dobi že dosežejo določeno stopnjo zrelosti in tudi ustrezno razmerje med dušikovimi snovmi in ogljikovimi hidrati. Zeleni potaknjenci imajo liste, ki ne smejo oveneti dokler se potaknjencec ukoreninja (Smole in Črnko, 2000).

Mnoge celice, celo pri starejših rastlinah, imajo možnost, da si povrnejo meristematsko aktivnost (remeristemalizirajo) in se razvijejo v korenine in poganjke. Vsaka rastlinska totipotentna celica vsebuje vse pomembne podatke, da proizvede novo rastlino, kar uporabljamo pri razmnoževanju s potaknjenci (Hartmann in sod., 1997).

### 2.3 RAZMERE ZA USPEŠNO UKORENINJENJE POTAKNJENCEV

Razmnoževanje rastlin je uspešno v primeru, ko čimveč potaknjencev razvije adventivne (nadomestne) korenine. Potaknjenci večkrat sploh ne razvijejo korenin, kar lahko pripišemo neprimernemu rastlinskemu materialu, neprimernemu času potika ali kakšnemu drugemu notranjemu ali okoljskemu dejavniku, ki preprečuje indukcijo, iniciacijo ali rast korenin. Sposobnost koreninjenja je lahko tudi sortna ali vrstna lastnost in v tem primeru uspeh koreninjenja težko povečamo. Pomembno je, da za rez potaknjencev izberemo juvenilen matični material, da je rez izvedena v primernem razvojnem obdobju rastline, da po potrebi rastlini dodamo eksogen hormon in da v času ukoreninjenja preprečujemo izsušitev potaknjencev. Včasih se korenine razvijejo, vendar kasnejši dejavniki povzročijo propad potaknjencev. Pomembna je tudi prva prezimitev potaknjencev, ko stremimo k čim manjšemu propadu potaknjencev (Trobec in Osterc, 2004).

#### 2.3.1 Pomen različnih vrst in sort

Proces razmnoževanja s potaknjenci je sistem, ki ne vključuje samo uspešnega koreninjenja potaknjencev, ampak tudi njihovo rast v razmnoževalni sezoni ter uspešno

prezimatev razmnoženih rastlin. Samo z optimizacijo celotnega sistema lahko pridobimo kakovostne sadike.

Velika težava pri lipah je v tem, da so velike razlike med vrstami oz. sortami in je potrebno poznati vse značilnosti posamezne vrste oz. sorte.

Poznamo več dejavnikov, ki vplivajo na sistem razmnoževanja.

Najpomembnejši so:

- matična rastlina,
- čas (termin) rezi potaknjencev,
- sistem oroševanja,
- prezimatev.

Pri matični rastlini je najpomembnejša fiziološka starost. Uspešno razmnoževanje je možno le pri juvenilnih matičnih rastlinah. Kljub upoštevanju fiziološke starosti matičnih rastlin, ni vseeno katero rastlinsko vrsto oz. sorto razmnožujemo. Uspeh razmnoževanja je med različnimi rastlinskimi vrstami in sortami lahko zelo različen. Takšne razlike so opazne celo pri vrstah, ki se načeloma razmnožujejo brez večjih težav. Pri topolih npr. lahko opazimo, da se mnoge sorte razmnožujejo brez večjih težav, obstajajo pa nekatere sorte, kjer se večkrat pojavljajo problemi (Spethmann, 1997, cit. po Osterc, 2001b).

### **2.3.2 Vpliv fiziološke starosti matične rastline na uspešno razmnoževanje potaknjencev**

Značilna lastnost lesnatih rastlin, ki vpliva na uspešno koreninjenje potaknjencev, je staranje. Znano je namreč, da se rastline mnogo lažje ukoreninijo v mladostnem obdobju, kot v odrasli fazi. To imenujemo juvenilni učinek (Smole in Črnko, 2000).

V splošnem naj bi razlikovali naslednja obdobja: embrionalno obdobje (seme), obdobje sejanca, juvenilno obdobje (pogosto še mlado listje, možnost dobrega razmnoževanja s potaknjenci), prehodno obdobje ('aukso' faza, močna vegetativna rast), zrelo obdobje (rodno obdobje s cvetenjem), obdobje staranja (pojemanje cvetenja, odmiranje) (Spethmann, 1997, cit. po Osterc, 2001b).

Delež koreninjenja pri potaknjencih se s fiziološkim staranjem matične rastline zmanjšuje.

Ugotovljeno je bilo, da se pri hrastu delež ukoreninjenih potaknjencev s 100 % pri dvoletnem sejancu zmanjša na približno 70 % pri šestletnem sejancu. Pri 150 letnem drevesu pa delež ukoreninjenih potaknjencev na preseže niti 10 % (Spethmann, 1997, cit. po Osterc, 2001b).

Posebej v mladostnem obdobju je razmnoževanje s potaknjenci brez večjih težav možno. S staranjem upada pri rastlini sposobnost tvorbe korenin in oblikovanja takšnih potomcev, ki bi bili fenotipsko podobni oz. istovetni matični rastlini. Pojav morfoloških in fizioloških sprememb s staranjem drevesa imenujemo ciklofiza (Osterc, 2003).

S staranjem se spreminjajo morfološke in fiziološke lastnosti lesnatih rastlin. Spremembe teh lastnosti v kronološkem smislu (časovna skala) imenujemo ciklofiza. Kronološko gledano ima fiziološko mlado drevo dobro sposobnost koreninjenja potaknjencev, fiziološko staro drevo pa slabo sposobnost koreninjenja potaknjencev.

Drevesa imajo predele (cone), ki se razlikujejo med seboj v fiziološki starosti in reakcijah. Bazalni in notranji deli drevesa so fiziološko najmlajši (velika sposobnost tvorbe adventivnih korenin), terminalni in zunanji deli drevesa so fiziološko najstarejši (majhna sposobnost tvorbe adventivnih korenin). Pojav različne fiziološke starosti (reakcij) znotraj istega drevesa imenujemo topofiza (Osterc, 2003).

Fiziološka reakcija nekega potaknjenca se spreminja pod vplivom okolja oz. trenutne situacije (bolezen, prehrana, ipd.). Te dodatne spremembe, ki vplivajo na fiziološko reakcijo potaknjenca, opisujemo s pojmom perifiza. Ciklofiza, topofiza in perifiza opisujejo celotno fiziološko reakcijo posameznega rastlinskega dela oz. potaknjenca (Osterc, 2003).

### **2.3.3 Čas rezi**

Zelene potaknjence režemo, ko dosežejo določeno stopnjo zrelosti in tudi ustrezno razmerje med dušikovimi snovmi in ogljikovimi hidrati. To je lahko pri nekaterih vrstah zgodaj spomladi, tik po brstenju, lahko maja ali junija, pa tudi kasneje v rastni dobi. Narezani potaknjenci naj imajo najmanj 2 do 4 oz. 5 listov, torej do 4 nodije. Če so listi zelo veliki, jih navadno malo skrajšamo. Spodnje liste običajno odstranimo. Potaknjenc pred vlaganjem v substrat odrežemo tik pod spodnjim nodijem (Smole in Črnko, 2000).

### **2.3.4 Tvorba kalusa in razvoj korenin pri potaknjencih**

Adventivne korenine so korenine, ki izvirajo iz že oblikovanih brstov ali iz nekoreninskega tkiva in se razvijejo pri vegetativnem razmnoževanju rastlin. Vzroki, ki lahko sprožijo nastanek adventivnih korenin pri potaknjencih, so kontakt z zemljo, ranitev ali ločitev potomca od matične rastline ali kombinacije teh dejavnikov (Osterc, 2003).

Korenine se lahko razvijejo pri osnovi potaknjenca (bazalno), pri osnovi potaknjenca in tudi višje (akrobazalno), s tvorbo kalusa ali brez tvorbe kalusa.

Razvoj korenin poteka na različne načine in lahko traja različno dolgo – od nekaj mesecev ali celo let, kar je odvisno od rastlinske vrste. Korenine se pri določeni skupini rastlin razvijejo v razmeroma kratkem času. Po tem času se število korenin ne spreminja več.

Razvoj korenin lahko pri lesnatih vrstah pogosto spremlja tudi razvoj kalusa. V preteklosti je veljalo, da je kalus predpogoj za nastanek korenin. Danes vemo, da se korenine razvijejo iz bazalnega dela potaknjencev in ne iz kalusa. Kalus in korenine se razvijajo neodvisno drug od drugega, vendar praktično skupaj. Tudi če kalus nastane, ga korenine prerastejo. Če rastline poženejo korenine skozi kalus in iz njega, celice ne smejo prehitro lignificirati,

kar je odvisno od substrata. Če je pH vrednost substrata prenizka ali previsoka, kalus nastane, vendar stene otrdijo in rastlina ne požene korenin (Smole in Črnko, 2000).

Kalus je v splošnem skupina nediferenciranih celic. Je skupina parenhimskih celic, ki se pri potaknjencih razvijejo potem, ko smo poganjke ranili oz. odrezali potaknjencec. Celice kalusa se izredno hitro delijo, zlasti v okolici provodnih delov kambija in okoliških celic. Kalus na bazalnem delu zapre rano, iz njega se potem razvijejo korenine, še pogosteje v njegovi okolici, zlasti nad njim. Kalus in korenine nastajajo neodvisno drug od drugega, vendar praktično hkrati, pri čemer kalus ni predstopnja korenin, kot so včasih zmotno mislili (Smole in Črnko, 2000).

V splošnem ločimo dve vrsti kalusa: kalus rane in močan, debel kalus. Kalus rane je pozitiven pojav, saj nastane kot naravna reakcija na poškodbo rastline oz. na ločitev rastlinskega dela od matične rastline. Pojav nekaj cm debelega kalusa je izjemen oz. negativen pojav. Povzročajo ga neustrezne razmere za koreninjenje, kot so fiziološko prestar matični material, neustrezen termin rezi potaknjencev ali neustrezno oroševanje. Vzrok nastanka debelega kalusa je lahko tudi problematičnost določene vrste za razmnoževanje. Neustrezne razmnoževalne razmere lahko povzročijo tvorbo kalusa tudi v primeru, ko se poleg kalusa razvijejo tudi korenine. Te korenine so navadno manj kakovostne: manj jih je, lažje se odtrgajo in tudi rast takšnih korenin je slabša (Osterc, 2003).

Kako se tvori kalus in kako poteka sama lignifikacija teh celic je odvisno tudi od substrata, v katerega smo potaknjence potaknili. Če rastlina požene korenine skozi kalus in iz njega, te celice ne smejo prehitro lignificirati; če se korenine razvijejo predvsem obstransko, nad kalusom, skozi kalus, je treba paziti, da substrat to omogoča. Zato mora biti pH vrednost substrata ustrezna. Če je bolj kisel ali bolj alkalen, kot ustreza rastlini, ki jo vložimo v substrat, se kalus sicer tvori, a stene otrdijo in je razvoj korenin moten (Smole in Črnko, 2000).

### 2.3.5 Substrat

Navadno so to mešanice organskih, anorganskih ter sintetičnih snovi z dodatkom gnojil.

Substrat mora imeti sledeče karakteristike (Osvald, 2000):

- sposobnost hitrega ogrevanja,
- zagotavljanje dobre dostopnosti hranil,
- primerno zadrževanje vlage,
- omogočanje ustrezne zračnosti.

Substrat lahko vpliva tudi na obliko korenin. Tako potaknjenci nekaterih rastlinskih vrst, če so potaknjeni v pesek, poženejo dolge, nerazvejane in krhke korenine, v mešanici peska in šote oz. perlita in šote pa dobro razvite, tanke, prožne korenine, ki so veliko primernejše za sajenje (Spethmann, 1997, cit. po Osterc, 2001b).



Pri potaknjencih, ki so jih gojili v navadnih sistemih meglenja, so odsvetovali gnojenje substrata za potik s hitro delujočimi gnojili, da ne bi povzročili ožigov na novo nastalih koreninah. Danes se priporoča uporaba počasi delujočih gnojil (Osmocote, Plantocote ipd.), ki se dodajo v substrat. Ta gnojila pospešujejo rast korenin in nadzemnih delov, vendar zaradi počasnega sproščanja hranil ne povzročajo poškodb na koreninah (Smole in Črnko, 2000).

Novejše raziskave kažejo, da je bolj kot sama sestava substrata pomembno gnojenje in pH vrednost substrata (Spethmann, 1997, cit. po Osterc, 2001b).

### **2.3.6 Oroševalni sistem**

Zeleni potaknjenci imajo liste, ki jim je potrebno nameniti posebno pozornost. Takoj po rezi so izpostavljeni močnemu izhlapevanju. Zato jih je potrebno v najkrajšem času potakniti v tak sistem, kjer bo razmnoževanje čim uspešnejše (Spethmann, 1997, cit. po Osterc 2001b).

Potaknjenci so po odstranitvi od matične rastline močno podvrženi transpiraciji in s tem osuševanju. Zato zelo hitro propadejo, če jim oddane vode ne povrnemo oz. transpiracije ne preprečimo ali vsaj zmanjšamo. Vse metode razmnoževanja z zelenimi potaknjenci so zato združene s tako ali drugačno metodo oroševanja, s katero skušamo zmanjšati transpiracijo potaknjencev. Pri uporabi oroševalnih sistemov se okoli listov pri potaknjencu ustvari vodni film, ki zniža njihovo temperaturo in transpiracijo ter tako zmanjša stres potaknjencev. To omogoča, da se tudi tisti, ki se počasneje koreninijo pravočasno ukoreninijo. Kakovostnejši sistemi oroševanja se priporočajo predvsem za ukoreninjanje potaknjencev, ki se drugače težko ali sploh ne ukoreninijo (Hartmann in sod., 1997).

Oroševanje je lahko povsem preprosto in ga lahko izvajamo z zalivanjem v začasni ali premični tunelih. Tovrstno oroševanje uporabljamo predvsem za razmnoževanje vrst oz. sort, ki so za razmnoževanje neproblematične.

Razmnoževanje lahko poteka tudi v rastlinjakih, kjer poleg oroševanja lahko uravnavamo tudi vlago, temperaturo in osvetlitev. V teh primerih pogosto srečamo kakovostnejše sisteme oroševanja.

Tehnika pršenja se je začela razvijati po letu 1950. Zaradi svoje uporabnosti in učinkovitosti je postala eden najpogosteje uporabljenih sistemov za razmnoževanje različnih potaknjencev. Sistem pršenja je omogočil razmnoževanje vrst, ki se težje koreninijo, skrajšal se je čas koreninjenja in omogočena je bila ekonomična proizvodnja večjega števila potaknjencev (Hartmann in sod., 1997).

Vodni film znižuje temperaturo listja tudi za 5,5 do 8,5 °C (Smole in Črnko, 2000).

V zadnjih 20 letih je razvoj sistemov pršenja potekal v smeri zmanjševanja vodnih kapljic: pojavili so se sistemi meglenja. Bolj kot je voda fino razpršena, dlje ostaja v zraku in je

tako izhlapevanje potaknjencev močnejše zmanjšamo. Uspeh koreninjenja je na ta način večji (Spethmann, 1997, cit. po Osterc, 2001b; Hartmann in sod., 1997).

Kot sistem meglenja po Spethmannu (1997, cit. po Osterc, 2001b) definiramo vse tiste sisteme, pri katerih so vodne kapljice manjše od 50  $\mu\text{m}$ . S tehniko meglenja so dosegli zadovoljive rezultate tudi pri za razmnoževanje problematičnih vrstah, saj so zaradi velikosti kapljic, ki so bile manjše od 50  $\mu\text{m}$ , uspeli dodobra ustaviti nihanje vlage. Ta način razmnoževanja je zato zelo primeren za razmnoževanje zelenih potaknjencev (Spethmann, 1997, cit. po Osterc 2001b). Zadnje razvit sistem meglenja je visokotlačni sistem meglenja.

V ta sistem je vključena tlačilka, ki zviša tlak vode na 6 MPa do 8 MPa (60 do 80 barov). Meglilne šobe imajo zelo majhne odprtine (okrog 10  $\mu\text{m}$ , pretok vode na šobo je 6,5 l na uro), zato je vsa voda razpršena v zelo fino meglo, ki se razporedi po vsem prostoru. Cevi, ki jih uporabljamo za ta sistem meglenja, so izdelane iz nerjavečega jekla, da sistem bolje zdrži povečan tlak vode (Smole in Črnko, 2000).

Rastlinjaki, v katerih poteka to ukoreninjenje, se ne smejo zračiti, da se listi ne bi osušili. Zato so ves čas zaprti. V vročih dneh lahko temperatura v njih naraste do 50 °C, kar pa ob stalnem meglenju na rastlinah ne povzroča nobenih poškodb. Nasprotno, potaknjenci v razmnoževalnem obdobju poleg tvorbe korenin tudi rastejo (Smole in Črnko, 2000).

Novejše raziskave kažejo, da imajo pogosto tako visoke temperature in zelo visoka vlaga v rastlinjaku nekakšen fungiciden učinek, saj je pojav glivičnih boleznih pri tem razmnoževanju zelo redek. Ker je dolžina časa zadrževanja vode v zraku podaljšana, je skrajšan čas, ko se voda nahaja v neposrednem stiku s potaknjenci. Zato je ob dobri razpršenosti vode močno zmanjšana verjetnost pojavljanja glivičnih boleznih na potaknjencih (Osterc, 2003).

Rastlin med postopkom ukoreninjenja ni potrebno škropiti s fungicidi, kar je nujno pri klasičnem sistemu pršenja. Tudi ostalih negativnih učinkov, ki jih je imela visoka vlaga v sistemu pršenja pri visokotlačnem sistemu meglenja, ni opaziti (Smole in Črnko, 2000).

## 2.4 RASTNI REGULATORJI - HORMONI

Hormon je snov, ki prenaša sporočila v rastlini. Rastlinski hormoni delujejo v zelo majhnih koncentracijah (od  $\mu\text{mol}$  do največ  $\text{mmol}$  na liter) in vplivajo na rast in razvoj ali diferenciacijo (Sinkovič, 2000).

Hormoni nastajajo v rastlini v določenih organih in se z mesta nastanka premikajo na mesto porabe. So potrebni in delujejo v zelo majhnih količinah. Sprožijo posamezno reakcijo – biokemijski proces v določeno smer. Posledica je nastanek različnih snovi in razvoj organov. Ker je v zadnjih desetletjih uspelo raziskovalcem ugotoviti, kje nastajajo rastlinski hormoni, kako delujejo, obenem pa so določili tudi njihovo kemijsko sestavo, je možno te snovi izdelovati tudi umetno in jih uporabljati za indukcijo nekaterih procesov.

Te umetno sintetizirane snovi povzročajo enake učinke kot hormoni, ki nastajajo v rastlinskih tkivih (Smole in Črnko, 2000).

Rastlinski hormoni so organske spojine, ki uravnavajo fiziološke procese v rastlinah. Učinkoviti so tudi z delovanjem na DNK, saj mobilizirajo gene, ki sprožijo določen presnovni proces. Poznamo avksine, gibereline in citokinine, ki jih uvrščamo med fitohormone, ki pospešujejo rast. Med zaviralce rasti sodijo etilen in abscizinska kislina. Pri delovanju fitohormonov je pomembna njihova koncentracija, fiziološko stanje tkiva ter okolje (Salisbury in Ross, 1992, cit. po Radišek, 1998).

V življenju in razvoju rastlin so najpomembnejše štiri funkcije rastlinskih hormonov.

1. Omogočajo koordinacijo med celicami, tkivi in organi, ker rastline nimajo živčnega sistema. Premeščajo se po parenhimu in floemu.
2. Delujejo na genetski material tako, da omogočajo in zavirajo transkripcijo in translacijo (npr. pri kalitvi, tvorbi korenin, poganjkov, pri cvetenju).
3. Učinkujejo modificirajoče pri rasti in razvoju rastlin (npr. kontrolirajo hitrost staranja, dolžino rasti korenin in poganjkov).
4. Vodijo procese razvoja korenin. Na osnovi njihovega medsebojnega razmerja določajo smer diferenciacije in razvoja (npr. razvoj korenin, stebelnih poganjkov itd.).

Snovi, ki pospešujejo delovanje hormonov imenujemo kofaktorje, tiste, ki hormonsko delovanje zavirajo pa imenujemo inhibitorje.

#### **2.4.1 Avksin**

Izraz avksin izvira iz grške besede aukso = rastem. S tem izrazom se označuje skupina spojin s podobnim fiziološkim delovanjem, kot npr. pospeševanje dolžinske rasti kalčkove nožnice v dolžino ali koleoptile ovsa (Krajncič, 1993).

Avksini imajo pomembno vlogo pri nastanku (iniciaciji) korenin in to izkoriščamo pri vegetativnem razmnoževanju. So pospeševalci oziroma promotorji rasti, tvorijo se zlasti v mladih razvijajočih se rastnih vršičkih, v nastajajočem semenu in pospešujejo povečevanje celic. Poleg tega vodijo še veliko drugih procesov, kot je apikalna dominanca ter vplivajo na povečevanje kotov izraščanja poganjkov (Smole in Črnko, 2000).

Najbolj znan avksin, ki je bil tudi prvi odkrit, je indol-3-ocetna kislina (IAA) (Smole in Črnko, 2000).

Zdaj je na prodaj že precej sintetičnih snovi, ki vsebujejo rastne regulatorje – hormone in jih lahko uporabljamo za pospeševanje ukoreninjenja. V tem primeru se uporabljajo avksini različne sestave in koncentracije, kar je specifično za posamezne rastline. Trgovski

pripravki poleg same snovi, ki deluje hormonsko, vsebujejo še razne dodatke, ki sicer niso fiziološko učinkoviti.

Snovi, ki se največ uporabljajo pri indukciji korenin, so indol-3-ocetna kislina (IAA), naftil-3-ocetna kislina (NAA) in indol-3-maslina kislina (IBA). Na voljo so kot kisline ali soli, zlasti kalijeve, in prav v obliki soli jih je mogoče raztopiti v vodi, medtem ko je potrebno kisline raztopiti v alkoholu. Pripravki so v obliki praška, tekočine in tudi v obliki tablet, ki so običajno topni v vodi (Smole in Črnko, 2000).

V praksi pri razmnoževanju najpogosteje uporabljamo avksina IBA in IAA. Avksin NAA uporabljamo predvsem za razmnoževanje iglavcev. Uporabljamo jih posamič ali v kombinaciji. Bolj uporabna je IBA, ker se pri uporabi pri večini rastlinskih vrst ne kažejo toksične spremembe. Na nekaterih zelenih potaknjencih se lahko namreč kot posledica dodanega avksina pojavijo toksične reakcije, ki so vzrok za slabo koreninjenje ali celo propad potaknjencev.

NAA in IBA sta dokaj stabilni snovi in njuni raztopini lahko kar nekaj časa hranimo, seveda v hladnem in temnem prostoru. IAA pa je manj stabilna, občutljiva je za temperaturo in svetlobo (Smole in Črnko, 2000).

Poleg samostojnih snovi v pripravkih, ponekod pripravljajo že kombinacije avksinov. V številnih trgovskih pripravkih so lahko poleg IBA prisotne še NAA in IAA in včasih še kakšen učinkovit fungicid, ki preprečuje okužbe (Smole in Črnko, 2000).

Dodatek eksogenega hormona je običajno nujno potreben za tvorbo adventivnih korenin pri potaknjencih lesnatih rastlin. Celo pri potaknjencih iz juvenilnih rastlin, ki se lahko ukoreninjajo, lahko dodatek avksina poveča delež ukoreninjenih potaknjencev in predvsem število glavnih korenin. Nasprotno je pri fiziološko starih rastlinah, kjer dodatek avksina največkrat nima vpliva na ukoreninjenje (Davis in sod., 1988, cit. po Osterc 2001b).

Poskusi kažejo, da različne vrste avksinov različno vplivajo na razvoj in kakovost koreninskega sistema pri razmnoževanju lesnatih rastlinskih vrst. Tako indol-3-ocetna kislina (IAA) vpliva na intenzivnejši bazalni razvoj korenin, medtem ko indol-3-maslina kislina (IBA) vpliva na večji delež razvoja akrobazalnih korenin. Akrobazalni koreninski sistem se v večini primerov pojmuje kot kakovostnejši način koreninjenja, zato se uporablja v praksi predvsem IBA (Spethmann, 1997, cit. po Osterc 2001b).

Ob uporabi stimulatorjev so za koreninjenje oz. nastanek adventivnih korenin pomembni tudi zadovoljiva oskrba z vodo, primerna temperatura in osvetlitev (Hartmann in sod., 1997).

### 3 LASTNI POSKUS

#### 3.1 LOKACIJA POSKUSA

Poskus z razmnoževanjem lipovih potaknjencev smo izvajali v rastlinjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani. Rastlinjak je neogrevan in ima vgrajeno avtomatsko regulirano visokotlačno meglenje ter možnost zračenja z odpiranjem oken.

#### 3.2 MATERIAL

##### 3.2.1 Sortiment

*Tilia platyphyllos* – velikolistna lipa

##### Opis:

Velikolistna lipa je do 40 m visoko in do kar 5 m debelo listopadno drevo. Deblo je ravno in pravilno, krošnja na prostem široka in debelo vejnata, v gozdu ožja. Skorja je sivorjava, včasih rahlo rdečkasta in podobna skorji lipovca, le da je v starosti bolj globoko razpokana. Koreninski sistem je močno razvit, zlasti močne so stranske korenine. Mladi poganjki so sprva dlakavi, pozneje olivno zeleni, predvsem na osvetljeni strani rdečerjavi in večinoma gladki. Brsti so ozko do široko jajčasti, topi, do 7 mm dolgi, temni, rdečkastorjavi in pokriti z dvema različno velikima luskolistoma. Premenjalno nameščeni listi so enostavni, 7 – 15 cm dolgi, zašiljeni, srčasti in nesimetrični. Imajo 1,5 - 5 cm dolg, dlakav pecelj, listna ploskev je zgoraj gola ali rahlo dlakava ter svetlejša kot pri lipovcu, spodaj ima dobro izražene žile, v njihovih pazduhah ima včasih drobne šopke belih dlačic. Cvetovi so dvospolni, 5 – števnji, rumeni in dišeči, navadno po 2 - 5 rastejo v socvetjih na skupnem peclju, ki je zraščeno z blede rumenim, 5 - 12 cm dolgim ovršnim listom. Ta je največkrat, čeprav ne vedno, sedeč. Plodovi so okroglasti, 8 - 18 mm debeli in gosto dlakavi oreški s 4 - 5 razločnimi vzdolžnimi rebri. Oreški so tako trdi, da jih med prsti ne moremo streti, vsebujejo 1 – 2 semeni (Brus, 2004).

##### Cvetenje

Enodomna in žužkocvetna vrsta, cveti junija in v prvi polovici julija.

##### Rastišče

Najraje ima globoka, apnena, zračna in dovolj vlažna, z mineralnimi hranili bogata tla. Je polsvetloljubna do polsencozdržna vrsta, uspešno raste tudi delno zasenčena. Občutljiva je za mraz, slabo prenaša sušo in onesnažen zrak. Rada raste na senčnih, vlažnih in strmih pobočjih nad soteskami ali pod pečinami, na splošno je občutljiva in potrebuje več toplote. Raste na območjih z elementi subatlantskega ali submediteranskega podnebja (Brus, 2004).

*Tilia platyphyllos* 'Agi'

(Madžarsko agos = košat, vejnat) srednje močne rasti, 15 do 20 m visoka, z gosto krošnjo, v mladosti ima ozko stožčasto, pri starejših je valjasta. Že mlada drevesa zelo bujno

cvetejo, v jeseni je preobložena s plodovi, kar je njena pomanjkljivost. Primerna je tudi za ožje ulice.

### *Tilia tomentosa* - bela lipa

#### Opis

Srebrna lipa je do 30 m visoko in do 1 m debelo listopadno drevo z gosto, pravilno in široko stožčasto krošnjo ter poševno navzgor izraščajočimi vejami. Deblo je ravno, skorja svetla, zelenkastosiva in gladka; šele pri starejših drevesih zelo plitvo razpoka in potemni. Glavna korenina zgodaj zaključi rast, pozneje drevo razvije samo plitve, a dobro razraščene stranske korenine. Poganjki so zelenkastorjavi in gosto sivo puhasti, pozneje goli. Brsti so ovalni, zgoraj zaokroženi, 4 – 6 mm dolgi, sivo puhasti in pokriti z dvema neenakima luskolistoma. Terminalni brsti so nekoliko večji od lateralnih. Listi so premenjalno nameščeni, enostavni, okroglasti in pri dnu listne ploskve nepravilno srčasti, dolgi 7 – 12 cm, po robu nažagani, pecelj je dolg 4 – 4 cm. Mladi listi so po obeh straneh gosto poraščeni z zvezdastimi dlačicami, pozneje zgoraj ogolijo in postanejo zeleni, spodaj ostanejo intenzivno srebrno beli (odtod ime). Cvetovi so dvospolni, rumenobeli in močno dišeči, 7 – 8 mm široki, vsak cvet ima 5 puhastih čašnih in 5 venčnih listov, iz 5 plodnih listov zraslo puhasto plodnico, 5 zakrnelih in 50 – 75 razvitih prašnikov. Po 6 – 10 cvetov je združenih v 3 – 5 cm široko socvetje, katerega skupni pecelj je do polovice zrasel z rumenim ovršnim listom, ki opravlja vlogo letalnega organa. Plodovi so rahlo podolgovati, 6 – 8 mm dolgi oreški, ki so po površini gosto puhasti, rahlo bradavičasti in s 5 robovi. (Brus, 2004).

#### Cvetenje

Enodomna in žužkocvetna vrsta, cveti julija.

#### Rastišče

Najbolje raste na globokih in svežih tleh na karbonatni matični podlagi, katerih pH je med 5,8 in 8,2, dobro tudi na peščenih tleh. Zaradi goste dlakavosti, ki zmanjšuje transpiracijo, precej dobro prenaša suh zrak in zmerno sušo, po drugi strani tudi mokra tla. Dobro prenaša zbita tla, odporna je proti močnemu vetru in onesnaženemu zraku (Brus, 2004).

### *Tilia tomentosa* 'Szeleste'

Szeleste je vas na jugozahodu Madžarske, kjer raste drevo v grajskem parku. Je hitro rastoče drevo, zraste 20 – 25 m, z značilno jajčasto oblikovano krošnjo, listi so večji kot pri osnovni vrsti. Poznamo jo kot eno izmed najboljših drevorednih in parkovnih dreves, če ima dovolj prostora, da se nemoteno razraste.

### *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala'

Cvetni brsti so karminasto rdeče obarvani. Drevo je cepljeno. Če je cepljena na malo ali velikolistno lipo, se na cepilnem mestu pojavlja močna odebelitev, kar zmanjšuje življensko dobo drevesa.

## *Tilia europaea* 'Euchlora' – krimska lipa

Je hibrid med *Tilia platyphyllos* subsp. *caucasica* x *Tilia cordata* (Dalatowski, 1992).

V Sloveniji je krimsko lipo opisal že Dolinšek (1935) in zanjo meni, da gre za eno najlepših lip. Zraste v mogočno drevo, ne škoduje ji dim kot drugim lipam, ki posebej v industrijskih mestih že v avgustu izgubijo vse liste, kajti velik in debel list od krimske lipe z močno lesketajočo prevleko je odporen proti vsakemu vplivu in vsaki bolezni. Razmnožuje se s cepljenjem na našo domačo lipo. Vsak način cepljenja je primeren, okulacija v jeseni, za lub ali v precep pomladi. Uspeh cepljenjaje navadno zelo dober.

### 3.3 METODE DELA

#### 3.3.1 Zasnova poskusa

Poskus smo izvedli v rastlinjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani.

##### 3.3.1.1 Matična rastlina

V poskus smo vključili šest različnih vrst oz. sort lip (*Tilia sp.*) in sicer *Tilia platyphyllos* 'Agi', *Tilia platyphyllos*, *Tilia tomentosa*, *Tilia tomentosa* 'Szeleste', *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala', *Tilia europaea* 'Euchlora'. Poskus je bil zasnovan tako, da smo imeli šest različnih vrst oz. sort lip, v štirih ponovitvah, vsaka ponovitev pa je imela 30 potaknjencev.

Potaknjence šestih različnih vrst oz. sort lip (*Tilia sp.*) smo rezali na različnih lokacijah. Potaknjence vrst *Tilia tomentosa* 'Szeleste', *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala' in *Tilia europaea* 'Euchlora' smo dobili iz matičnih rastlin v parku, "Park spominov in tovarštva" v Petanjcih pri Murski Soboti, potaknjence vrste *Tilia platyphyllos* 'Agi' in smo rezali iz drevorednih dreves na Borovnjakovi ulici v Murski Soboti. Potaknjence vrst *Tilia tomentosa* in *Tilia platyphyllos* smo rezali na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Pri matičnih rastlinah je šlo v vseh primerih za odrasla drevesa (najmlajša drevesa vrste *T. platyphyllos*), ki so dobro oskrbovana.



Slika 1: Lipa v parku z imenom "Park spominov in tovarištva"

### 3.3.1.2 Priprava substrata za koreninjenje

Najprej smo pripravili substrat iz mešanice šote in kremenčevega peska v razmerju (3:1). Substratno mešanico smo pred potikom dognojili z 2 g/l počasi sproščujočega gnojila Osmocote Plus 3 – 4 M (16 + 11 + 11 + 3,0) ter dodali 0,6 g apna/l substrata. Za dvig pH vrednosti na 4,0 smo predhodno izdelali umeritveno krivuljo in na podlagi te krivulje določili količino apna. Nato smo površino razdelili na 24 parcel, ki so služile za zasnovo poskusa z modelom naključnih skupin.

### 3.3.1.3 Priprava potaknjencev za potik

Poskus smo zastavili konec junija. Iz toletnih potaknjencev smo pripravili terminalne potaknjence. Potaknjence smo narezali na enotno dolžino 12 cm, in jih nato tretirali s hormonsko raztopino (quick – dipp metoda). Uporabili smo avksin IBA v koncentraciji 0,5 %. Potaknjence smo potaknili v že pripravljen substrat v obliki pudra (dodano 10 % Euparena na osnovi smukca).





Slika 2: Poskus po 1. mesecu

### 3.3.2 Rastne razmere

#### Oroševalni sistem

V poskusu razmnoževanja smo uporabili sistem visokotlačnega meglenja, proizvajalca Plantfog (Dolejši, Avstrija). Tlačilka je s tlakom 6 MPa do 6,5 MPa (60 do 65 bari) potiskala vodo skozi šobe s premerom manjšim od 10  $\mu\text{m}$  in je ustvarjala gosto meglo. Meglenje je v rastlinjaku trajalo od konca maja do septembra. Ritem meglenja je bil avtomatsko reguliran. V vročih poletnih dneh so bili intervali meglenja dolgi 25 sekund, premori med meglenji pa 1,5 do 2 minuti. V hladnejših oz. oblačnih dneh so bili premori podaljšani na 5 minut. Ponoči nismo oroševali.



Slika 3: Visokotlačni sistem meglenja

### Temperatura

Potikali smo v vročem mesecu juniju pri visoki temperaturi zraka, ki je čez dan v rastlinjaku narastla tudi do 50 °C, kar pa ob stalnem meglenju ni povzročilo nobenih poškodb na rastlinah.

Temperature substrata so bile med 22 in 25 °C.

### Vlaga

V rastlinjaku je bila zračna vlaga zaradi sistema meglenja zelo konstantna, saj je bila 90 in 100 %.

## 3.4 VREDNOTENJE REZULTATOV

Poleti smo opazovali rast in razvoj potaknjencev, decembra smo poskus ovrednotili.

Izvedli smo naslednje meritve:

- Delež ukoreninjenih potaknjencev

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

- Delež propadlih potaknjencev s koreninami

Delež propadlih potaknjencev s koreninami smo izračunali tako, da smo število propadlih potaknjencev delili s številom vseh potaknjencev

- Način koreninjenja

S pomočjo slike 4 smo določili delež potaknjencev z bazalnim (3 in 5) razvojem korenin, delež potaknjencev z akrobazalnim (4 in 6) razvojem korenin, delež potaknjencev, ki so razvili samo kalus (2) in delež potaknjencev, ki so poleg kalusa razvili tudi korenine (3 in 4).

razred 1 - neukoreninjen potaknjeneč (potaknjeneč brez kalusa in korenin)

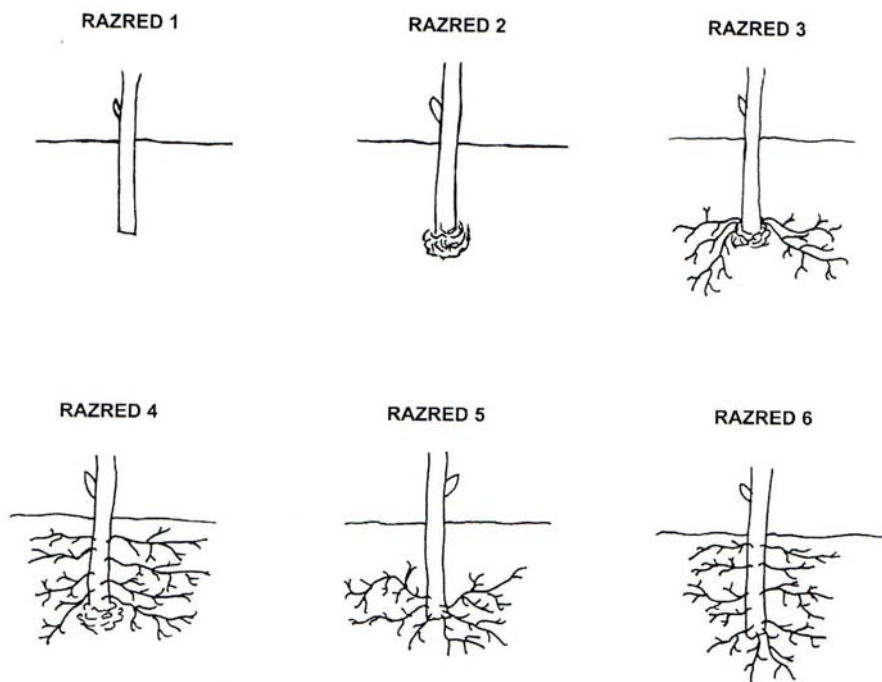
razred 2 - kalus (potaknjeneč samo s kalusom)

razred 3 – bazalno koreninjenje s kalusom (potaknjeneč s kalusom in razvitimi koreninami samo pri osnovi potaknjence)

razred 4 – akrobazalno koreninjenje s kalusom (potaknjeneč s kalusom in razvitimi koreninami pri osnovi potaknjence in tudi višje po potaknjencu)

razred 5 – bazalno koreninjenje brez kalusa (potaknjeneč brez kalusa in z razvitimi koreninami samo pri osnovi potaknjence)

razred 6 – akrobazalno koreninjenje brez kalusa (potaknjeneč brez kalusa in z razvitimi koreninami pri osnovi potaknjence in tudi višje po potaknjencu)



Slika 4: Shema za določitev oblike koreninjenja (Osterc, 2003)

Delež potaknjencev z bazalnim razvojem korenin smo izračunali tako, da smo število potaknjencev z akrobazalnim razvojem korenin delili s številom ukoreninjenih potaknjencev.

Delež potaknjencev z akrobazalnim razvojem korenin smo izračunali tako, da smo število potaknjencev z bazalnim razvojem korenin delili s številom ukoreninjenih potaknjencev.

- Število korenin

Število korenin smo določili tako, da smo prešteli vse korenine, ki so neposredno izraščale iz potaknjenca.

- Dolžina korenin

Dolžino korenin pri lipah smo določili z merjenjem korenin, ki izraščajo neposredno iz potaknjenca.

- Prirast glavnega poganjka

Prirast glavne korenine oz. poganjka smo izmerili z metrom.

- Prirast stranskih poganjkov

Prirast stranskih poganjkov smo izračunali tako, da smo izmerili dolžino stranskih poganjkov in vsoto le teh delili s številom vseh potaknjencev.

- Število stranskih poganjkov

Število stranskih potaknjencev smo izračunali tako, da smo stranske poganjke prešteli in vsoto delili s številom vseh potaknjencev.

### 3.5 STATISTIČNA ANALIZA

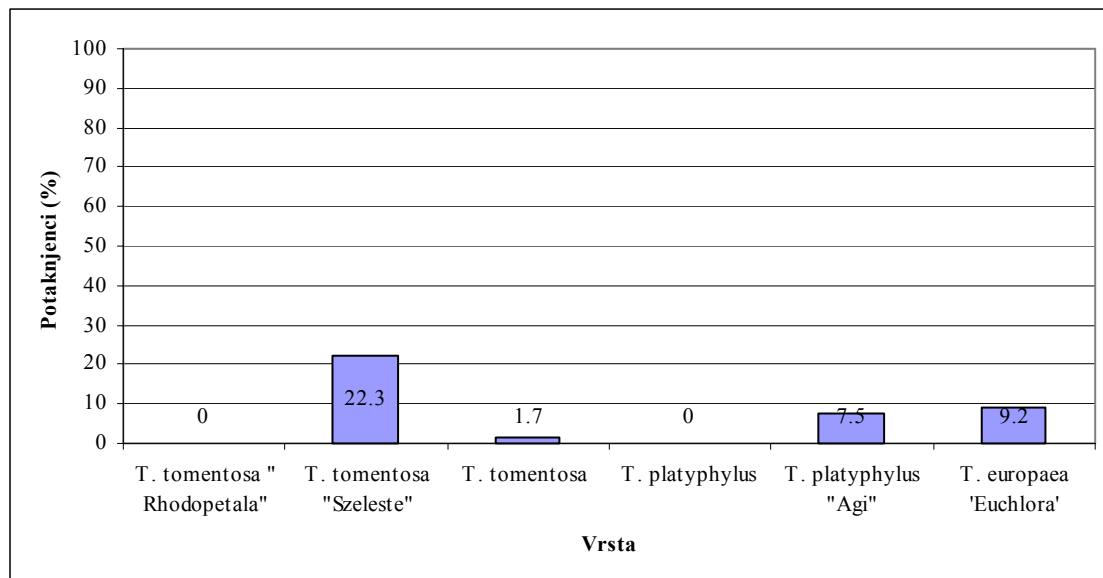
Izračunali smo povprečne vrednosti za posamezne vrste. Rezultate smo obdelali z računalniškim programom Excel ter prikazali v obliki preglednic in slik.

## 4 REZULTATI

V našem poskusu smo opazovali šest različnih vrst lip, *Tilia tomentosa*, *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala', *Tilia tomentosa* 'Szeleste', *Tilia platyphyllos*, *Tilia platyphyllos* 'Agi', *Tilia europaea* 'Euchlora'. Cilj je bil dobiti čim večje število kakovostnih sadik. Poleg koreninjenja smo spremljali tudi delež preživelih potaknjencev in njihovo rast.

### 4.1 KORENINJENJE

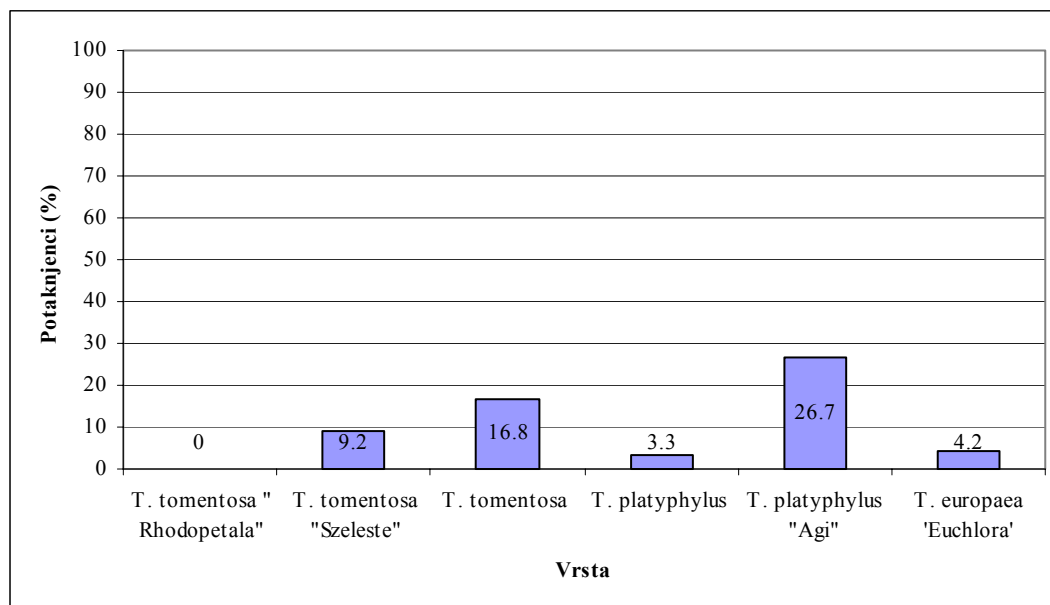
Rezultati koreninjenja so prikazani na sliki 5. Iz slike je razvidno, da dve vrsti lip sploh nista razvili korenin. Uspeh koreninjenja je bil največji pri potaknjencih vrste *Tilia tomentosa* 'Szeleste', in sicer 22,3 %, precej slabši pri potaknjencih vrste *Tilia europaea* 'Euchlora', 9,2 %, in potaknjencih vrste *Tilia platyphyllos* 'Agi', 7,5 %, še malce slabše so koreninili potaknjenci vrste *Tilia tomentosa*, 1,7 %, brez ukoreninjenih potaknjencev pa smo ostali pri potaknjencih vrste *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala' in *Tilia platyphyllos*.



Slika 5: Koreninjenje potaknjencev pri različnih vrstah lipe; Biotehniška fakulteta, 2004.

### 4.2 PROPAD POTAKNJENCEV PO KORENINJENJU

Kot lahko razberemo iz slike 6, je zelo veliko lipovih potaknjencev propadlo potem, ko so že imeli razvite korenine. Največje število potaknjencev z razvitimi koreninami je propadlo pri potaknjencih vrste *Tilia platyphyllos* 'Agi', in sicer 26,7 %, ter pri potaknjencih vrste *Tilia tomentosa*, 16,8 %. Zelo zanimivo je, da so se potaknjenci vrste *Tilia platyphyllos* najprej v 3,3 % ukoreninili, potem pa so vsi propadli, za razliko od potaknjencev vrste *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala', kjer se sploh ni ukoreninil noben potaknjeneec.



Slika 6: Propad ukoreninjenih potaknjencev pri različnih vrstah lipe; Biotehniška fakulteta, 2004.

#### 4.3 NAČIN RAZVOJA KORENIN

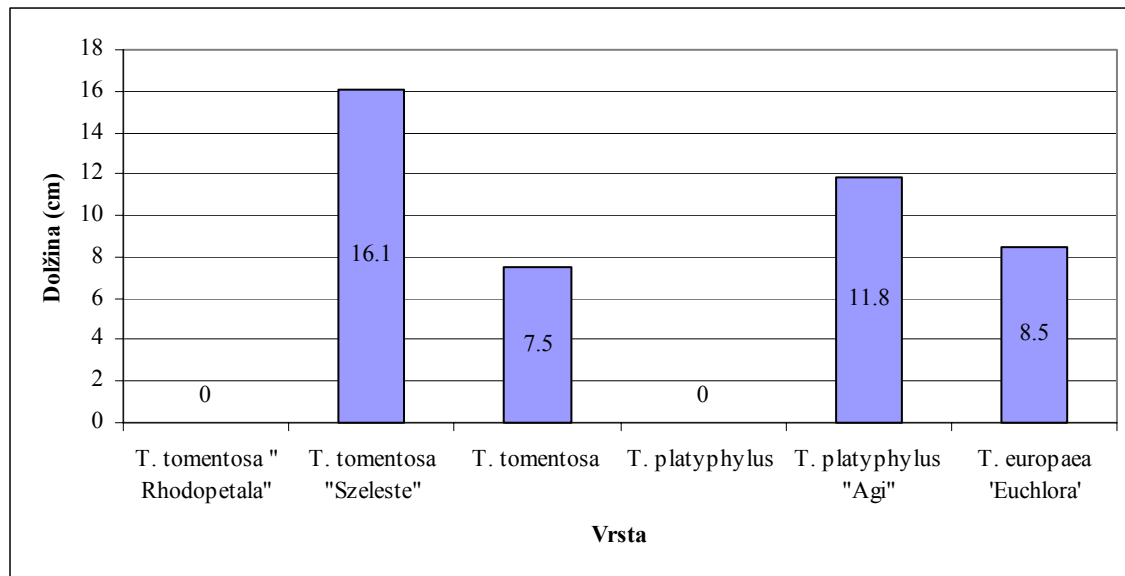
Kot je razvidno iz preglednice 1, so potaknjenci vseh štirih vrst lipe, ki so se ukoreninili nagnjeni k bazalnemu razvoju korenin. Potaknjenci vrste *Tilia tomentosa* 'Szeleste' so v 80 % razvili bazalne korenine, pri potaknjencih vrste *Tilia europaea* 'Euchlora' je bil razvoj bazalnih korenin 75 %, pri potaknjencih vrste *Tilia platyphyllos* 'Agi' 50 %, potaknjenci vrste *Tilia tomentosa* so razvili bazalni tip korenin v 25 %. Pri razvoju akrobazalnih korenin je bil odstotek dosti slabši. *Tilia platyphyllos* 'Agi' je razvila akrobazalne korenine v 25 %, pri *Tilia tomentosa* 'Szeleste' je bil razvoj akrobazalnih korenin 20 %, vse ostale vrste lipe niso razvile akrobazalnih korenin.

Preglednica 1: Bazalni in akrobazalni način razvoja korenin pri potaknjencih različnih vrst lipe; Biotehniška fakulteta, 2004

Vrste lip	Delež potaknjencev v (%) z	
	bazalnim razvojem korenin	akrobazalnim razvojem korenin
<i>T. tomentosa</i> "Rhodopetala"	0	0
<i>T. tomentosa</i> "Szeleste"	80	20
<i>T. tomentosa</i>	25	0
<i>T. platyphylus</i>	0	0
<i>T. platyphylus</i> "Agi"	50	25
<i>Tilia europaea</i> 'Euchlora'	75	0

#### 4.4 DOLŽINA KORENIN

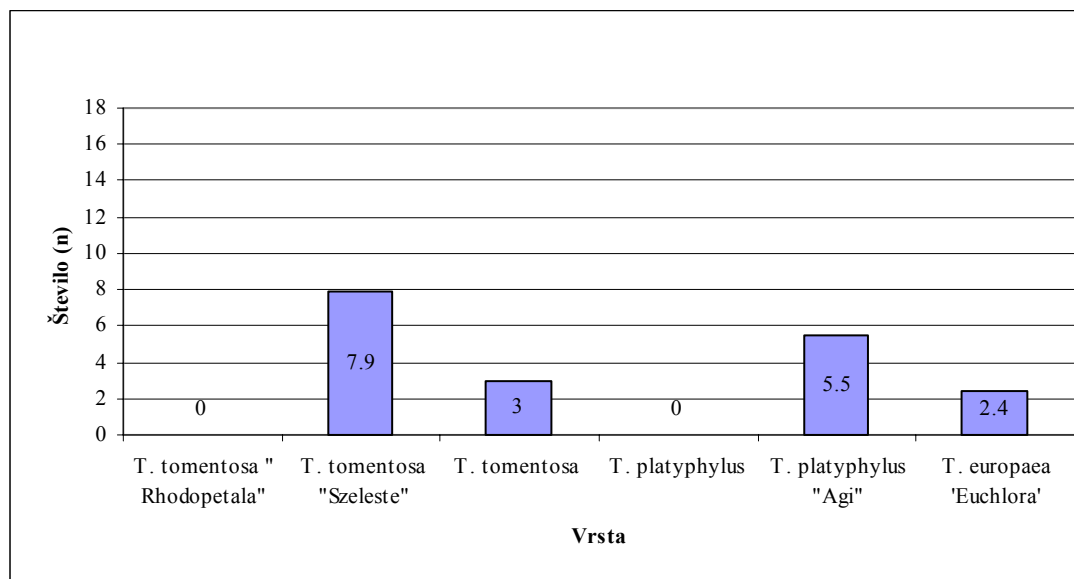
Iz slike 7 je razvidno, da so razvili potaknjenci pri vrsti *Tilia tomentosa* 'Szeleste' v povprečju najdaljši šop glavnih korenin 16,1 cm, dolžina šopa pri potaknjencih vrste *Tilia platyphyllos* 'Agi' je merila 11,8 cm, pri potaknjencih vrste *Tilia europaea* 'Euchlora' 8,5 cm in pri potaknjencih vrste *Tilia tomentosa* 7,5 cm.



Slika 7: Dolžina koreninskega šopa pri potaknjencih različnih vrst lipe; Biotehniška fakulteta, 2004.

#### 4.5 ŠTEVILO GLAVNIH KORENIN

Iz slike 8 lahko razberemo, da so potaknjenci razvili v povprečju od 2,4 - 7,9 glavnih korenin. Največje število glavnih korenin lahko opazimo pri potaknjencih vrste *Tilia tomentosa* 'Szeleste', in sicer 7,9, nekoliko manj glavnih korenin lahko opazimo pri potaknjencih vrste *Tilia platyphyllos* 'Agi', najmanj glavnih korenin so razvili potaknjenci vrst *Tilia tomentosa* (3) in *Tilia europaea* 'Euchlora' (2,4).



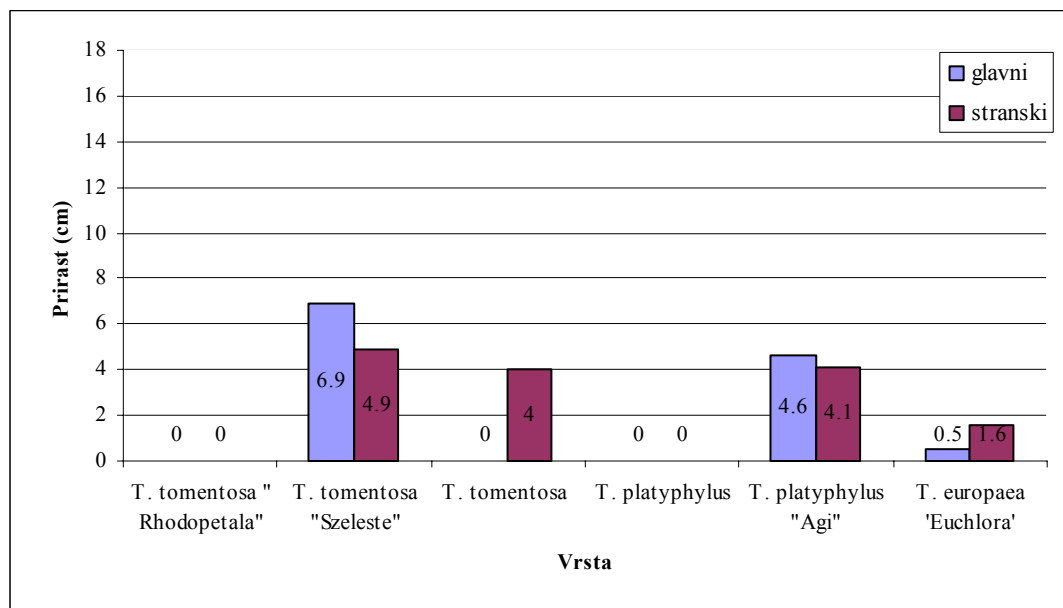
Slika 8: Število glavnih korenin pri potaknjencih različnih vrst lipe; Biotehniška fakulteta, 2004.

#### 4.6 PRIRAST GLAVNIH IN STRANSKIH POGANJKOV

Potaknjenci so se v našem poskusu pogosto razrasli ne da bi glavni poganjek pri potaknjencu po potiku sploh rasel. Prirast glavnih poganjkov smo tako izmerili le pri potaknjencih vrst *Tilia tomentosa* 'Szeleste', *Tilia platyphyllos* 'Agi' in *Tilia europaea* 'Euchlora'. Najmočnejši glavni poganjek so razvili potaknjenci vrste *Tilia tomentosa* 'Szeleste' in sicer 6,9 cm, najšibkejšo rast glavnega poganjka pa smo lahko opazili pri potaknjencih vrste *Tilia europaea* 'Euchlora' 0,5 cm.

Prirast stranskih poganjkov je bil v povprečju zelo izenačen. Potaknjenci vrste *Tilia tomentosa* 'Szeleste' so razvili 4,9 cm dolge stranske poganjke, potaknjenci vrste *Tilia platyphyllos* 'Agi' 4,1 cm, potaknjenci vrste *Tilia tomentosa* so merili 4 cm, krajše stranske poganjke smo izmerili pri potaknjencih vrste *Tilia europaea* 'Euchlora' 1,6 cm.





Slika 9: Prirast glavnih in stranskih poganjkov pri potaknjencih različnih vrst lipe; Biotehniška fakulteta, 2004.

#### 4.7 ŠTEVILO STRANSKIH POGANJKOV

Iz preglednice 2 lahko razberemo, da so potaknjenci razvili v povprečju od 0,4 – 1,2 stranska poganjka. Največje število stranskih poganjkov lahko opazimo pri potaknjencih vrste *Tilia tomentosa* 'Szeleste', in sicer 1,2, najmanj stranskih poganjkov so razvili potaknjenci vrst *Tilia tomentosa* (0,5), *Tilia europaea* 'Euchlora' (0,5) in *Tilia platyphyllos* (0,4).

Preglednica 2: Število stranskih poganjkov pri potaknjencih različnih vrst lipe; Biotehniška fakulteta, 2004

Vrste lip	Število stranskih poganjkov povprečno na potaknjeneč
<i>T. tomentosa</i> "Rhodopetala"	0
<i>T. tomentosa</i> "Szeleste"	1,2
<i>T. tomentosa</i>	0,5
<i>T. platyphylus</i>	0
<i>T. platyphylus</i> "Agi"	0,4
<i>Tilia europaea</i> 'Euchlora'	0,5

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

V rastlinjaku Biotehniške fakultete smo leta 2004 opravili poskus, v katerega je bilo vključenih šest različnih vrst (*Tilia sp.*) oz. sort lip in sicer *Tilia platyphyllos* 'Agi', *Tilia platyphyllos*, *Tilia tomentosa*, *Tilia tomentosa* 'Szeleste', *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala', *Tilia europaea* 'Euchlora'. V poskusu smo uporabili 0,5 % koncentracijo indol-3-maslene kisline. Po končani rastni dobi smo ovrednotili delež ukoreninjenih potaknjencev, delež propadlih potaknjencev s koreninami, obliko koreninjenja, dolžino korenin, prirast glavnih in stranskih poganjkov ter število poganjkov.

V našem primeru so bile zelo velike razlike pri koreninjenju potaknjencev, ker smo imeli različen material, različne vrste in sorte.

Potaknjenci šestih različnih vrst lipe so v našem primeru slabo koreninili. Slabe rezultate lahko pripišemo veliki fiziološki starosti matične rastline, kar je posledično vplivalo tudi na slab prirast potaknjencev v razmnoževalni sezoni. Pri potaknjencih je zelo pomembna fiziološka starost matičnih rastlin. Matične rastline naših potaknjencev lip so bila odrasla drevesa, ki v parku rastejo že več let. Potaknjenci vrst lipe *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala' in *Tilia tomentosa* 'Szeleste' smo rezali od dreves, ki rastejo v parku z imenom "Park spominov in tovarništva" v Petanjcih in so stara že več kot 30 let. Potaknjence vrste lipe *Tilia platyphyllos* 'Agi', smo rezali iz drevorednih dreves pri Osnovni šoli v Murski Soboti in niso kaj dosti mlajša od dreves v parku. Gre torej za parkovna oz. drevoredna drevesa, ki jih ne pomlajujemo (npr. rez nazaj) in je šlo torej za fiziološko star material. V Sloveniji ni drevesnice, ki bi imela zbran tako različen matični material pri lipah, zato smo pač uporabili tisto, kar je bilo na razpolago.

Koreninjenje potaknjencev nekaterih vrst lip je pokazalo, da lahko lipe uspešno razmnožujemo s potaknjenci, za boljše rezultate bi morali spremeniti celoten sistem. V proces razmnoževanja bi morali vključiti juvenilne rastline ali pa pomladiti odrasla drevesa (Osterc, 2003). Sistem razmnoževanja bi lahko še dodatno optimizirali z optimalnim časom rezi. V našem primeru bi verjetno dosegli večji uspeh koreninjenja, če bi še natančneje določili ustrezen čas rezi potaknjencev.

Odstotki ukoreninjenja, ki smo jih dosegli v poskusu z lipami so relativno majhni, zlasti v primerjavi s poskusi z drugimi rastlinskimi vrstami. Grašinar (2005) poroča o poskusu razmnoževanja rododendrona z zelenimi potaknjenci kjer je dosegla dosti boljši odstotek ukoreninjenih potaknjencev, kot je bilo to v našem poskusu. Očitno je lipa vrsta, ki je problematičnejša z vidika koreninjenja kot rododendron. Pomembno je tudi to, da je bila fiziološka starost matičnih rastlin pri rododendronu veliko nižja kot je bila fiziološka starost matičnih rastlin pri lipah.

Uspeh koreninjenja je bil največji pri *Tilia tomentosa* 'Szeleste' 22,3 %, nekoliko slabši pri *Tilia europaea* 'Euchlora' in *Tilia platyphyllos* 'Agi', še malce slabše je koreninila *Tilia tomentosa*, brez ukoreninjenih potaknjencev pa smo ostali pri *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala' in *Tilia platyphyllos*.

Opazili smo velik delež propadlih potaknjencev po koreninjenju. Najvišji delež propadlih potaknjencev smo zabeležili pri *Tilia platyphyllos* 'Agi' 26,7 %, *Tilia tomentosa* 16,8 %, malce nižji delež propadlih potaknjencev smo zabeležili pri *Tilia tomentosa* 'Szeleste' 9,2 %, najnižji delež propadlih potaknjencev smo zabeležili pri *Tilia europaea* 'Euchlora' 4,2 % in *Tilia platyphyllos* 3,3 %. Velik delež propadlih potaknjencev kaže tudi na to, da v rastlinjaku verjetno ni bilo povsem optimalnih razmer. Za rastline, ki se težje razmnožujejo, je bil še posebno pomemben razvoj oroševalnih sistemov. Pri razmnoževanju zelo občutljivih vrst se je uveljavil visokotlačni sistem meglenja (Osterc, 2001a). Tudi pri potaknjencih lipe bi bilo potrebno še bolj natančno optimizirati sistem oroševanja.

Velika težava pri lipah je v tem, da so velike razlike med vrstami oz. sortami in je potrebno poznati vse značilnosti posamezne vrste oz. sorte. Še posebej z vidika matične rastline, vidika oroševanja in genetske zasnove.

## 5.2 SKLEPI

Tudi lipe lahko uspešno razmnožujemo z zelenimi potaknjenci v ustreznem sistemu. V našem primeru smo imeli šest različnih vrst oz. sort lip in med sortami se pojavljajo zelo velike razlike. Težji razvoj je vrstna ali sortna lastnost, na katero težje vplivamo in težko dosežemo boljši uspeh koreninjenja, zato je naš rezultat ukoreninjenih potaknjencev kar zadovoljiv.

Pri razmnoževanju lesnatih rastlin z zelenimi potaknjenci je pomemben faktor staranje, ki je poleg drugih dejavnikov časa rezi, oroševanja, substrata, gnojenja, osvetlitve in ostalih vplivov najpomembnejši faktor razmnoževanja.

## 6 POVZETEK

V rastlinjaku Biotehniške fakultete smo leta 2004 opravili poskus z zelenimi potaknjenci potaknjenci lipe (*Tilia sp.*) v razmerah visokotlačnega sistema (fog system). V poskus je bilo vključenih šest različnih vrst oz. sort lip *Tilia platyphyllos* 'Agi', *Tilia platyphyllos*, *Tilia tomentosa*, *Tilia tomentosa* 'Szeleste', *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala', *Tilia europaea* 'Euchlora', ki pa smo jih naključno izbrali.

V poskus smo vključili štiri ponovitve s 30 potaknjenci na ponovitev. Potaknjence smo potaknili v substratno mešanico šote in kremenčevega peska (3:1). Substratu smo dodali še 2,0 g/l počasi delujočega gnojila Osmocote Plus 3 - 4 M (16 + 11 + 11 + 3,0) in 0,6 g apna/l substrata. Pred potikom smo bazo potaknjencev tretirali s 0,5 % IBA (10 % Euparena na osnovi smukca). Po končani razmnoževalni sezoni smo ovrednotili različne parametre: delež ukoreninjenih potaknjencev, delež propadlih potaknjencev s koreninami, način razvoja korenin, število glavnih korenin, dolžino glavnih korenin, prirast glavnih poganjkov, prirast stranskih poganjkov, število stranskih poganjkov.

Ugotovili smo, da so vse vrste lipe nagnjene k bazalnemu razvoju korenin, veliko manj pa k akrobazalnemu razvoju korenin.

Največji uspeh koreninjenja smo dosegli pri potaknjencih vrste *Tilia tomentosa* 'Szeleste', kar precej slabše so se koreninili potaknjenci vrst *Tilia europaea* 'Euchlora' in *Tilia platyphyllos* 'Agi', nekaj uspeha smo še imeli pri potaknjencih vrste *Tilia tomentosa*. Pri dveh vrstah lipe pa smo ostali brez ukoreninjenih potaknjencev, pri *Tilia tomentosa* 'Rhodopetala' in *Tilia platyphyllos* so vsi.

Največje število potaknjencev z razvitimi koreninami je propadlo pri potaknjencih vrste *Tilia platyphyllos* 'Agi' in sicer, 26,7 %, ter pri potaknjencih vrste *Tilia tomentosa* 16,8 %. Rezultati kažejo, da so vse vrste potaknjencev lipe, ki so koreninile nagnjene k bazalnemu razvoju korenin. Potaknjenci vrste *Tilia tomentosa* 'Szeleste' so razvili v povprečju najdaljši šop glavnih korenin in sicer 16,1 cm, potaknjenci vrste *Tilia tomentosa* pa so s 7,5 cm razvili najkrajši šop korenin.

Prirast glavnih in stranskih poganjkov je bil zelo izenačen, izjema so le potaknjenci *Tilia tomentosa*, ki so razvili le stranske poganjke.

Potaknjenci so v povprečju razvili od 2,4 do 7,9 glavnih korenin. Število stranskih poganjkov se je pri potaknjencih v povprečju gibalo od 0,4 do 1,2.

Glede na to, da je poskus temeljil na fiziološko starem matičnem materialu, bi bilo smiselno izvesti tudi poskus na juvenilnem matičnem materialu, s čimer bi zmanjšali vplive fiziološke starosti in povečali delež ukoreninjenih potaknjencev.

## 7 VIRI

- Brus R. 2004. Drevesne vrste na Slovenskem. Ljubljana, Mladinska knjiga: 399 str.
- Dalatowski J. 1992. The status of the Crimean lime. – Int. Dendrology Soc., Year Book 1992: 19-20.
- Dolinšek I. 1935. Krimska lipa (*Tilia euchlora*). Sadjar in vrtnar, 22, 11: 172
- Grašinar M. 2005. Vpliv različne koncentracije avksina na koreninjenje in rast zelenih Potaknjencev pri različnih lesnatih vrstah. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 40 str.
- Hartmann H. T., Kester D. E., Davies F. T., Geneve L. R., 1997. Plant propagation. Principles and practices. New Jersey, Prentice Hall: 770 str.
- Jazbec M., Vrabl S., Juvanc J., Babnik M., Koron D. 1995. Sadni vrt. Ljubljana, Kmečki glas: 373 str.
- Krajncič B. 1993. Fiziologija in biokemija rastlinskih hormonov. Maribor, VKŠ: 70 str.
- Osterc G. 2001a. Uporaba sistema meglenja (fog system) pri razmnoževanju potaknjenci. V: Mednarodni znanstveni posvet Sredozemsko kmetijstvo in oljkarstvo, 8. november 2001, Izola, Slovenija: 14-15.
- Osterc G. 2001b. Fenomen fiziološkega staranja lesnatih rastlin kot dejavnik razmnoževanja s potaknjenci. Sodobno kmetijstvo, 34, 10: 430-434
- Osterc G. 2003. "Drevesničarstvo: Zapiski s predavanj". Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo (neobjavljeno, osebni vir, zapiski s predavanj pri predmetu Drevesničarstvo, v šol. letu 2002/2003).
- Osvald J. 2000. Osnove hortikulture: Splošno vrtnarstvo in zelenjadarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 172 str.
- Radišek S. 1998 Vpliv citokininov in giberilinov na izdolženost in porjavenje plodov pri Jablani (*Malus domestica* Borkh.) cv. 'zlata delišes'. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 64 str.
- Rojc I. 1999. "Parkovne rastline: zapiski s predavanj". Celje, Vrtnarska šola (neobjavljeno, osebni vir, zapiski s predavanj pri predmetu Parkovne rastline, v šol. letu 1998/1999).
- Sinkovič T. 2000. Uvod v botaniko. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 176 str.

Smole J., Črnko J. 2000. Razmnoževanje sadnih rastlin. Ljubljana, Založba Kmečki glas, 203 str.

Šiftar A. 2002. Naše lipe – lipe in lipovci. Vrtnar, 11, 3: 8-10

Trobec M., Osterc G. 2004. Vloga razmnoževanja s potaknjenci pri razmnoževanju sadnih rastlin. V: Zbornik referatov 1. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 24-26 mar. 2004. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 695-700.

## **ZAHVALA**

Najlepše se zahvaljujem mentorju doc. dr. Gregorju OSTERCU za strokovne nasvete pri praktičnem in teoretičnem delu diplomske naloge. Prav tako se za vso pomoč zahvaljujem prof. dr. Aleksandru Šiftarju.

Ob tej priložnosti se zahvaljujem tudi staršem in bratu Vojku za razumevanje in vsestransko podporo med študijem.

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Marjeta ORLČNIK

**OPTIMIZACIJA RAZMNOŽEVANJA  
Z ZELENI MI POTAKNJENCI  
PRI RAZLIČNIH  
DREVOREDNIH VRSTAH LIPE (*Tilia sp.*)**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2007