



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Denis BAJT

POKANJE PLODOV ŽLAHTNE ČEŠNJE
(*Prunus avium* L.)

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Denis BAJT

POKANJE PLODOV ŽLAHTNE ČEŠNJE (*Prunus avium* L.)

DIPLOMSKI PROJEKT
Univerzitetni študij – 1. stopnja

FRUIT CRACKING OF SWEET CHERRIES (*Prunus avium* L.)

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2011

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico diplomskega projekta imenovala doc. dr. Valentino USENIK.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Borut BOHANEČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Valentina USENIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Članica: izr. prof. dr. Metka HUDINA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je projekt, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identičen tiskani verziji.

Denis BAJT

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du1
DK	UDK 634,232:631.544.7(043,2)
KG	češnja/ <i>Prunus avium</i> /pokanje plodov/preprečevanje/pokrivanje nasadov
AV	BAJT, Denis
SA	USENIK, Valentina (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2011
IN	POKANJE PLODOV ŽLAHTNE ČEŠNJE (<i>Prunus avium</i> L.)
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
OP	IX, 22 str., 2 pregl., 5 sl., 22 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Pri pridelavi češenj (<i>Prunus avium</i> L.) padavine povzročajo zelo velike izgube zaradi pokanja in mehčanja plodov, zato se v svetovnem merilu pridelava seli na območja z manj padavinami. V Evropi in tudi v Sloveniji je češenj premalo, zato jih sadimo tudi na manj primerna rastišča s pogostimi padavinami med zorenjem plodov. Plodovi češenj pokajo predvsem zaradi prekomerne neposredne absorpcije vode. Na pokanje plodov vplivajo zunanji dejavniki. Velike razlike obstajajo med sortami v hitrosti pokanja, lastnostih plodov, količini absorbirane vode ter zmožnosti raztezanja kutikule. Za zaščito nasadov obstaja več načinov, najboljši je prekrivanje z posebnimi plastičnimi folijami, ki so nameščene pod protitočno mrežo, vendar je ta način zelo drag. Ostali načini temeljijo na uporabi različnih kemičnih pripravkov, kot so giberelini, kalcij in kombinacija kalcija in bakra, vendar le-ti pustijo sledove na plodovih.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du1

DC UDC 634,232:631.544.7(043,2)

CX Cherry/*Prunus avium*/fruit cracking/protection/tree covering

AU BAJT, Denis

AA USENIK, Valentina (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy

PY 2011

TY FRUIT CRACKING OF SWEET CHERRY (*Prunus avium* L.)

DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)

NO IX, 20 p., 2 tab., 5 fig., 22 ref.

LA sl

Al sl/en

AB In sweet cherry (*Prunus avium* L.) production rain during the period of fruit ripening causes severe losses due to cracking and softening of fruit, so the world production moves to arid areas with less rainfall. In Europe and in Slovenia too, cherries are planted on not ideal environmental conditions with frequent rain during fruit ripening. Sweet cherry fruit crack due to excessive direct absorption of water. Cracking of sweet cherry fruit was influenced by orchard environmental conditions. Large differences exist between sweet cherry cultivars in the speed of cracking, fruit characteristics, quantity of water absorption and expansion capacity. There are several ways to protect sweet cherry fruit against cracking. The best way is to overlap trees or orchard with special plastic sheeting installed under the hail net, but this method is very expensive. Other methods are based on the use of various chemical products such as gibberelic acid, calcium and the combination of calcium and copper, but they often left visual deposits on fruit.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo slik	VII
Kazalo preglednic	VIII
Okrajšave in simboli	IX
 1 UVOD	 1
1.1 NAMEN RAZISKAVE	1
 2 VZROKI ZA POKANJE PLODO ČEŠNJE	 2
2.1 VRSTE POKANJA IN NJIHOVI VZROKI	2
 3 MERJENJE POKANJA	 4
3.1 MERITVE POKANJA V SADOVNJAKU	4
3.2 OCENJEVANJE OBČUTLJIVOSTI ZA POKANJE S POTOPITVIJO V VODO	4
3.3 INDEKS POKANJA	5
3.4 DOLOČITEV POKANJA POD UMETNIM DEŽJEM	7
3.5 PRIMERJAVE ODPORNOSTI SORT PROTI POKANJU	7
 4 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA POKANJE	 8
4.1 HITROST ABSORPCIJE VODE	8
4.2 MEJNA VREDNOST ZA ABSORPCIJO VODE	8
4.3 ZNAČILNOSTI PLODOV	9
4.3.1 Velikost plodu	9
4.3.2 Trdota ploda	9
4.3.3 Anatomija kože	10
4.3.4 Reže v koži ploda	10
4.3.5 Lastnosti kutikule	10
4.3.6 Osmotska koncentracija	11
4.3.7 Pokanje v povezavi z razvojno fazo ploda	11
 5 VPLIVI OKOLJA NA POKANJE	 13
5.1 VPLIV TEMPERATURE	13
5.2 OKOLJSKE RAZMERE V SADOVNJAKU.	13
 6 PREPREČEVANJE POKANJA	 14
6.1 ŠKROPLJENJE S KALCIJEVIMI SOLMI	14

6.2 ŠKROPIVA ALUMINIJEVIH, BAKROVIH IN DRUGIH KOVINSKIH SOLI TER BORA	15
6.3 TRETIRANJE Z OMAKALNIMI SREDSTVI	16
6.4 TRETIRANJE Z RASTLINSKIMI RASTNIMI REGULATORJI	17
6.5 PREKRIVANJE NASADOV S FOLIJO	17
7 SKLEPI	20
8 VIRI	21
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Indeks pokanja plodov češenj (%) in predlog razvrstitve v razrede (Palasciano in sod., 2005)	6
Preglednica 2: Učinek bakrovih in bakrovo-kalcijevih pripravkov na pokanje češenj (Brown in sod., 1994)	16

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Razpokan plod češnje (Zgonec, 2011)	2
Slika 2: Razvojne faze plodov – dvojna sigmoidna krivulja (Štampar in sod., 2005)	12
Slika 3: Češnjev nasad pokrit s folijo Powerflex (Sistema a pellicola Powerflex, 2011)	18
Slika 4: Češnjev nasad zaščiten s folijo in protitočno mrežo (Covering structure, 2011)	19
Slika 5: Češnjev nasad zaščiten s tuneli (Haygrove, 2011)	19

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšava	Pomen
sod.	sodelavci
cit.	citirano
npr.	na primer
temp.	temperatura
tj.	to je

1 UVOD

Sadje različnih vrst rado razpoka med dežjem ali takoj po dežju, a nobeno ni videti tako občutljivo za pokanje kot češnje. Na mnogih območjih po svetu, kjer se gojijo češnje, je pokanje plodov največja težava, ki zmanjšuje gospodarno pridelavo češenj. Pri nekaterih sortah v določenih letih razpoka tudi do 90 % plodov (Simon, 2006; Sorrentini in sod., 2008). Že 25 % razpokanih plodov lahko pomeni, da je pridelava nerentabilna zaradi naraščajočih stroškov obiranja in ravnanja s sadjem (Christensen, 1996). Še več, ker so razpokani sadeži veliko bolj dovzetni za vstop povzročiteljev glivičnih bolezni, kot so sadna gniloba in botritis, lahko že nekaj razpokanih plodov uniči celoten pridelek občutljivih sort (Pratella, 1996).

Češnja je v Sloveniji splošno razširjena sadna vrsta, ki pa ni dosegla večjega obsega pridelave. Kljub svojim dobrim lastnostim, uporabnosti in zaželenosti kot prvega sezonskega sadja je češnja bila in je med ostalimi sadnimi rastlinami pri nas po številu dreves ali zemljiščih v glavnem na četrtem ali petem mestu. Zaradi novih tehnologij pridelave (preizkušanje novih sort, podlage, gojitvene oblike, zaščita pred pokanjem) pa pričanja pridobivati na pomenu, kot perspektivna sadna vrsta pa lahko pridelovalcem nudi zanesljiv vir zaslužka.

1.1 NAMEN RAZISKAVE

Namen diplomskega projekta je proučiti pojav pokanja plodov in načine za uspešno preprečevanje tega nezaželenega pojava.

2 VZROKI ZA POKANJE PLODOV ČEŠNJE

Glede na prva poročila v literaturi je sprva prevladovalo prepričanje, da pokanje češnjevih plodov povzroča absorpcija vode skozi koreninski sistem ali skozi kožico sadeža. Vendar pa so nadaljnje raziskave pokazale, da pokanje povzroča samo absorpcija vode skozi kožico ploda. Poleg tega je pokanje veljalo za lokalni pojav, ki se pojavi le blizu mokrega dela sadeža. Novejša opažanja pa kažejo, da, čeprav je večino pokanja plodov res mogoče pripisati neposredni in po možnosti lokalizirani absorpciji vode skozi kožico ploda, manjši delež plodov razpoka tudi, ko so v celoti zaščiteni pred dežjem (Cline in sod., 1995; Christensen, 1996).

2.1 VRSTE POKANJA IN NJIHOVI VZROKI

Češnje razpokajo na tri različne načine, ki so zelo dobro opredeljeni: krožne ali polkrožne razpoke okoli pecljeve jamice, podobne tanke razpoke na vrhu ploda in najbolj škodljiva vrsta, v obliki dolgih, nepravilnih in pogosto globokih razpok na straneh ploda (Christensen, 1996; Simon, 2006).



Slika 1: Razpokan plod češnje (Zgonec, 2011)

Majhne razpoke na spodnjem in zgornjem delu ploda pogosto nastanejo v zelo zgodnji fazi, veliko dni preden sadež dozori. Te razpoke redkokdaj škodijo tržni vrednosti in ker se pogosto pojavijo v zgodnji fazi razvoja sadeža, se običajno zacelijo preden sadež dozori. Nasprotno pa se velike, globoke, stranske razpoke redkokdaj zacelijo, prav nasprotno, pogosto jim sledijo močne okužbe z glivami (Sekse, 1995b; Simon, 2006).

Verner (1937, cit. po Christensen, 1996) in Simon (2006) sta opazila, da češnje najpogosteje razpokajo najprej na vrhu. Z vzorčenjem plodov, ki so bili razdeljeni na dele od vrha pa do konice peclja, je ugotovil, da koncentracija sladkorja narašča od konice peclja do vrha ploda. Iz tega je zaključil, da večja osmotska koncentracija soka pri vrhu obrazloži hitrejšo absorpcijo vode skozi kožico, kar povzroči zgodnjo tvorbo razpok v tem

delu sadeža. Nadalje sta opazila, da se ob koncu dežja na vrhu češnje ponavadi obdrži kapljica vode, zaradi česar je ta del ploda dlje časa izpostavljen morebitni absorpciji vode.

Raziskave na slivi so pokazale, da so razpoke na vrhu in običajne stranske razpoke dva popolnoma neodvisna pojava, saj namakanje tal na ta dva načina pokanja različno vpliva. Na razvoj stranskih razpok je imela velik vpliv faza zrelosti, medtem ko so razpoke na vrhu ploda nastale takoj po namakanju na območjih s hudim pomanjkanjem vode, ne glede na stopnjo dozorelosti. Ko so bila tla navlažena skozi celotno obdobje rasti plodov, se je pojavilo zelo malo razpok na vrhu (Christensen, 1996).

Podoben poskus na 32 sortah češenj je pokazal, da pojav razpok na vrhu ni povezan z dovzetnostjo sorte za hujše stranske razpoke ali razpoke mesa. Nekatere sorte so bile dovzetne za pokanje pri konici peclja, druge pa za razpoke pri vrhu, npr. sorta 'Early Rivers' razpoka predvsem na vrhu, sorta 'Hedelfinger' pa le pri konci peclja (Christensen, 1996; Simon, 2006).

3 MERJENJE POKANJA

V večini poskusov, ki se nanašajo na pokanje češenj, je pomembno imeti dobro opredeljen izraz intenzivnost pokanja.

3.1 MERITVE POKANJA V SADOVNJAKU

Najbolj enostavna metoda za določanje nagnjenosti sort češnje k pokanju je, da določimo odstotek razpokanih plodov v razmerah sadovnjaka. Vendar pa lahko ta metoda priskrbi le natančen standard primerjave za sorte češenj, ki imajo enak čas zorenja, saj je občutljivost za pokanje v veliki meri odvisna od faze razvoja sadeža ter klimatskih razmer. Ker je že zelo težko najti dve sorti, ki sta skoraj enaki v tem pogledu, je jasno, da lahko odstotek pokanja v razmerah, kot so v sadovnjaku, v enem samem letu odraža tako porazdelitev naključnih ploh v tem letnem času kot tudi dovzetnost sorte za pokanje. Zanesljiva določitev relativne dovzetnosti sort za pokanje s to metodo zahteva meritve, ki jih je treba izvajati več let z reprezentativnim razponom klimatskih razmer, saj lahko sezona zorenja traja tudi 6 do 7 tednov, odvisno od leta. Natančen standard primerjave je mogoče dobiti le v podnebju z dnevnimi padavinami v času celotnega obdobja zorenja. Na srečo, s stališča pridelovalca, je takšne razmere mogoče le redko doživeti na katerem koli večjem območju, kjer se pridelujejo češnje (Christensen, 1996).

Vendar pa je metoda merjenja pokanja primerna, če je cilj zgolj proučevati učinkovitost preventivnih ukrepov. Ena glavnih težav je, da je dež v občutljivem obdobju ključnega pomena, če želimo, da takšni poizkusi dajo uporabne rezultate. Na žalost, simulacija dežja s prekomernim škropljenjem vode ne da enakih rezultatov kot dež. Velikost vodne kapljice, temperatura in vsebnost mineralov nanese vode je redkokdaj podobna deževnici (Christensen, 1996).

3.2 OCENJEVANJE OBČUTLJIVOSTI ZA POKANJE S POTOPITVIJO V VODO

Najenostavnejši način za določitev občutljivosti za pokanje je, da sadeže potopimo v vodo in izmerimo odstotek skupnega števila sadežev, ki razpoka po določenem časovnem obdobju. Ta časovni prostor je lahko različen glede na odpornost plodov na pokanje in cilje eksperimenta. Metoda je še zlasti primerna, ko je zaželen približen izraz vpliva mineralnih soli na tvorbo razpok. Vendar pa ima ta metoda očitno pomanjkljivost, da ne upošteva hitrosti tvorjenja razpok, npr. če je časovni interval fiksno določen na 6 ur, potem meritev ne pokaže, ali je razpoka nastala v prvi ali zadnji uri (Christensen, 1996).

3.3 INDEKS POKANJA

Nepopolnosti v prej opisanih metodah so že dolgo poznane med raziskovalci češenj, ki iščejo bolj natančen izraz občutljivosti za pokanje. Verner in Blodgett (1931, cit. po Christensen, 1996) sta razvila laboratorijski postopek za določanje dovzetnosti češenj za pokanje, ki je upošteval nekaj od teh pomanjkljivosti. Petdeset češenj brez napak sta potopila v vodo za 10 ur pod nadzorovanimi temperaturnimi razmerami. Vsake dve uri sta prešela in zavrгла vse razpokane češnje. Do indeksa pokanja, ki izraža intenzivnost pokanja, sta prišla, tako da sta pomnožila število razpokanih češenj v vsakem času beleženja s faktorjem vpliva, ki je bil največjši za zgodnje zapise ter najmanjši za zadnji zapis. Vse uporabljene vzorce sta zbrala v zgodnjih dopoldanskih urah, saj je bilo ugotovljeno, da lahko čas obiranja vpliva na indeks pokanja. Ta postopek je bil standardiziran leta 1957, indeks pokanja pa se izračuna kot odstotek največjega dobljenega odčitka.

Za izračun indeksa pokanja je treba uporabiti destilirano vodo, ki se ohranja pri stalni temperaturi, saj lahko že majhne količine kationov v vodi znatno spremenijo pojavnost pokanja.

Ker se dovzetnost za pokanje lahko močno razlikuje iz leta v leto, ima lahko indeks pokanja vrednost pri ocenjevanju nove sorte le, ko se indeks te nove sorte neposredno primerja z indeksom tiste sorte, katere nagnjenost k pokanju je že poznana, ter kadar sta te dve sorti pridelani v primerljivih razmerah. Takšne primerjave bi poleg tega morale biti izvedene na različne dneve in več let zapored.

Brez veliko dokazov temu v podporo ta tehnika predvideva tesno povezavo med indeksom pokanja in dovzetnostjo za pokanje v naravnih pogojih. Kljub temu pa danes široko uporabljen Vernerjev indeks pokanja za določevanje dovzetnosti za pokanje načeloma ponuja dobro metodo za izražanje pojavnosti razpok v laboratorijskih pogojih. Vendar pa ne zagotovi celotnega opisa ritma pokanja med priporočljivim 10-urnim obdobjem potopitve.

Naslednja pomanjkljivost te metode je dolgo obdobje potopitve, ki je potrebno. Delovni dan, ki traja 11 do 12 ur, bo za raziskovalce pogosto nepraktičen v času celotne sezone in tako je zaželen skrajšan čas določanja. Naslednja težava te metode je, da izmerjeni indeksi pokanja kažejo znatna odstopanja med leti. V primerjavah sort, ki se raztezajo skozi celotno sezono zorenja, se lahko le razlike več kot 20 točk v indeksu izkažejo za statistično pomembne. Vendar pa so za sorte s približno enakim obdobjem zorenja in kadar je na isti dan opravljena ena ali več določitev, možnosti za pridobitev bolj natančnih pomembnih rezultatov veliko boljše. Rezultate enega samega leta je v vsakem primeru treba presojati

previdno, v idealnem primeru pa bi za razvrstitev sort bilo treba uporabiti povprečje dve do triletnih ugotovitev (Christensen, 1996).

Preglednica 1: Indeks pokanja plodov češenj (%) in predlog razvrstitve v razrede (Palasciano in sod., 2005)

Razred pokanja		Indeks pokanja plodov (%)	Sorta
≥40 %	1 Zelo občutljiva	91,6	'Ruby® Maru'
		71,9	'New Star'
		51,5	'Garnet® Magar'
		47,9	'Sam'
		42,2	'Sylvia'
		42,1	'Larian'
		39,2	'Big Lory® Enjidel'
≥20 % ≤40 %	2 Občutljiva	38,1	'Celeste® Sumpaca'
		33,7	'Giorgia'
		31,7	'Lory Bloom®'
		30,3	'Bing'
		22,4	'Starking Hardy Giant'
		20,7	'Lambert'
		17,3	'Summit'
≥10 % ≤20 %	3 Manj občutljiva	16,1	'Lambert Compact'
		15,2	'Van'
		12,7	'Early Van Compact'
		12,5	'Sunburst'
		11,1	'Badacsony'
		10,9	'Belga'
		9,5	'Germersdorfer'
<10 %	4 Zmerno odporne	7,6	'Ferrovia'
		6,9	'Lapins'
		6,3	'Hedelfinger'
		5,5	'Schneiders'
		5,3	'Linda'
		5,1	'Vessaux'
		4,3	'Adriana'
0 %	5 Odporne	1,0	'Noire de Meched'
		0,5	'Bertiello'
		0,0	NOBENA

Indeksi pokanja so bili izračunani za okolico Barija (Italija).

3.4 DOLOČITEV POKANJA POD UMETNIM DEŽJEM

Določitev pokanja s potopitvijo plodov v vodo ima določene slabosti. V poskusih, ki so ocenjevali tretiranja za blaženje pokanja, se razmere vlaženja plodov s potopitvijo tako razlikujejo od naravnih razmer v sadovnjaku, da so lahko rezultati zavajajoči oz. je eksperiment nemogoč. Npr. omakalnih sredstev ni mogoče učinkovito preizkusiti, saj potopitev v vodo ne zagotavlja možnosti, da voda odstopi zaradi tretiranja, torej učinke tretiranja na količino proste vode na plodovih in listih ni mogoče izmeriti. Potrebne so torej druge tehnike, kot je potopitev v vodo, npr. prhe različnih dolžin (Christensen, 1996).

Laboratoriji, ki simulirajo umetni dež, nudijo obsežne možnosti za eksperimentiranje v času kratke sezone češenj. Da bi hitro dobili rezultate s pomočjo takšne opreme, je zaželeno, da se temperatura prostora in vode vzdržuje med 25 in 30 °C. Vendar pa je učinek preventivnih kemijskih tretiranj običajno šibkejši v naravnih razmerah, saj sadeži ne bodo tako učinkovito prekriti s škropljenjem v sadovnjaku kot v laboratoriju (Christensen, 1996).

3.5 PRIMERJAVE ODPORNOSTI SORT PROTI POKANJU

Razlike med sortami češenj, glede na njihovo nagnjenosti k pokanju, so precejšnje, zato je dovzetnost za pokanje pogosto navedena v priročnikih poleg opisov sort. Na žalost pa so te omembe običajno zelo subjektivne in pogosto označujejo dovzetnost za pokanje le z izrazi kot so majhna, srednja ali velika, kar otežuje primerjave z drugimi navedbami. Majhno pomembnost lahko pripišemo le nekaj poizkusom dovzetnosti za pokanje ene določene sorte. Pri nekaterih sortah pa je zbranih že dovolj informacij, da je mogoče povzeti dokaj zanesljivo oceno o njihovi nagnjenosti k pokanju. Npr. sorta 'Bing', ki je verjetno najbolj gojena sorta češenj v ZDA, je bila že tolikokrat opisana kot izredno dovzetna za pokanje, da bi nadaljnje določevanje bilo videti odvečno. Po drugi strani pa zaradi teh mnogih poskusov sorta 'Bing' služi kot standard za primerjave z drugimi sortami, katerih občutljivost še ni poznana (Christensen, 1996).

4 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA POKANJE

4.1 HITROST ABSORPCIJE VODE

Če sprejmemo predpostavko, da je pokanje češenj v veliki meri povezano z vodo (dežjem), ki jo sadež absorbira sam in ne skozi preostanek drevesa, je pomembno upoštevati vpliv tako hitrosti kot tudi količino vode, ki se absorbira ob razpočenju – dejavnika, ki bi lahko vplivala na te procese in tudi na občutljivost za pokanje.

Absorpcija vode v plod češnje je linearna s časom do 20 ur. Hitrost absorpcije se je razlikovala med sortami, masa sadeža pa se je povečala od 0,14 do 0,70 %/h. Vendar pa je bilo prav tako dokazano, da hitrost absorpcije vode razloži le del dovzetnosti ploda za pokanje (Pratella, 1996; Christensen, 1996).

Verner (1937, cit. po Christensen, 1996) je predlagal, da je treba pri kategoriziranju občutljivosti za pokanje upoštevati sposobnost raztezanja in tudi hitrost absorpcije vode. Na tej podlagi je sorte porazdelil v štiri skupine na podlagi njihove dovzetnosti za pokanje:

- skupina 1 – sorta, ki je močno občutljiva za pokanje: hitra absorpcija in majhna sposobnost raztezanja,
- skupina 2 – sorta, ki je zmerno občutljiva za pokanje: hitra absorpcija in velika sposobnost raztezanja,
- skupina 3 – sorta, ki je zmerno občutljiva za pokanje: počasna absorpcija in majhna sposobnost raztezanja,
- skupina 4 – sorta, ki je rahlo občutljiva za pokanje: počasna absorpcija in velika sposobnost raztezanja.

Verner (1937) ni skušal opredeliti prožnosti kože, ampak jo je uporabil zgolj kot izraz za dejstvo, da nekatere sorte absorbirajo več vode kot druge preden razpokajo (Pratella, 1996; Christensen, 1996).

4.2 MEJNA VREDNOST ZA ABSORPCIJO VODE

Le malo raziskav prikaže mejne vrednosti za absorpcijo vode, tj. količina vode, ki se absorbira, preden se sproži razpoka. Ena kaže, da so se sadeži v obsegu povečali za 2 do 5 % preden so razpokali. V drugih študijah se je masa plodov povečala tudi do 18 % preden so razpokali, medtem ko so v študiji 26 sort v obdobju treh let prikazali, da je bila absorpcija vode tako različna, da se je pred pokanjem masa plodov povečala za od 0,44 % pa vse do 2,04 % (Pratella, 1996; Christensen, 1996).

Ti rezultati so se le delno skladali s štirimi kategorijami vrst sadežev. 'Ohio Beauty' je sorta, ki je najbližje idealni, kar se tiče občutljivosti za pokanje. Ima zelo majhno hitrost

absorpcijo, a obenem visoko mejno vrednost za absorpcijo vode pred razpočenjem in tako majhen indeks pokanja. Prav nasprotno pa ima sorta 'Bing' zelo veliko hitrost absorpcije in precej majhno vrednost za absorpcijo vode pred razpočenjem. Ta sorta ima velik indeks pokanja, prav tako pa je znano, da je zelo nagnjena k pokanju v sadovnjaku. Hitrost in mejna vrednost absorpcije vode se precej razlikujeta tudi iz leta v leto in od območja do območja (Christensen, 1996).

4.3 ZNAČILNOSTI PLODOV

Če sprejmemo, da je pokanje vsaj delno povezano s količino ali hitrostjo vode, ki se absorbira, ter sposobnostjo kože, da se temu prilagodi, potem morajo fizične lastnosti ploda in zlasti kožica sama vplivati na te procese in odziv, ko razpokajo. Anatomija, moč in elastičnost/prožnost kože, celovitost kutikule in funkcija ter gostota rež imajo lahko vse vlogo pri absorpciji vode in pokanju. Pomembna sta tudi osmotski potencial sadnih sokov ter sposobnost sadne pulpe, da absorbira in zadrži vodo.

4.3.1 Velikost plodu

Na splošno velja, da so večji plodovi češenj bolj nagnjeni k pokanju kot pa majhni. Vendar pa je pomembno razlikovati med razlikami v velikosti plodov med sortami in razlikami med plodovi znotraj iste sorte. Več raziskav je pokazalo, da so sorte z velikimi sadeži bolj nagnjeni k pokanju kot pa tisti z majhnimi sadeži. Prav nasprotno pa druge študije, ki so primerjale veliko število sort, niso odkrile nobenega razmerja med občutljivostjo za pokanje in velikostjo sadeža, ki je določena s sorto. Razmerje med občutljivostjo za pokanje in velikostjo sadeža pa je veliko večja znotraj ene same sorte kot pa med različnimi sortami (Christensen, 1996; Pratella, 1996; Simon, 2006).

Raziskave so razkrile, da sadeži na drevesih z zelo veliko pridelka niso toliko razpokali kot pa sadeži enake sorte na drevesu, ki je nosilo manjši pridelek. Zelo velika povezava med občutljivostjo za pokanje in velikostjo sadeža lahko obrazloži ta opažanja, saj so sadeži na drevesih, ki nosijo velik pridelek, na splošno manjši (Christensen, 1996; Simon, 2006).

4.3.2 Trdota ploda

Med sortami obstajajo precejšnje razlike v trdoti plodov. Na splošno se predpostavlja, da so sorte s plodovi, ki imajo čvrsto meso, bolj nagnjeni k pokanju kot pa tisti z mehkim mesom. Ker pokanje češenj povzroči prekomerna absorpcija vode, posledica česar je razpočenje kože, se lahko zdi logično, da so sorte s sadeži, ki imajo čvrsto meso bolj občutljivi za pokanje kot pa tiste z mehkim mesom (Christensen, 1996; Simon, 2006).

4.3.3 Anatomija kože

Kar nekaj raziskovalcev je skušalo povezati razlike med sortami v občutljivosti za pokanje z anatomijo in lastnostmi kože. Tucker (1934, cit. po Christensen, 1996) je izmeril debelino kože sadeža, a ni ugotovil nobene neposredne povezave z občutljivostjo za pokanje. Vseeno pa je našel povezavo med ocenjeno enoto površine kože na gram topnih snovi v plodu in občutljivostjo za pokanje, kar morda nakazuje, da več kot plod proizvede kože, manj je nagnjen k pokanju.

Druge raziskave niso ugotovile povezave med velikostjo epidermalnih celic in občutljivostjo za pokanje, ampak pozitivno povezavo med debelino notranje stene epidermisa in občutljivostjo za pokanje. Vendar pa niso našli drugih razlik v strukturi kože, ki bi lahko vplivale na propustnost kože, ter nobenih anatomskih razlik, ki vplivajo na občutljivost za pokanje, razen razlik, ki ločujejo sadeže s čvrstim mesom od teh z mehkim in ki bi jih bilo mogoče opaziti brez uporabe mikroskopa (Christensen, 1996; Simon, 2006).

4.3.4 Reže v koži ploda

Mogoče je trditi, da bi na absorpcijo vode v plodove morala vplivati gostota in delovanje rež. Vendar pa so fiziologi rastlin že večkrat dokazali, da poteka absorpcija vode v liste v glavnem skozi epidermalne celice in da je absorpcija skozi reže nepomembna. Kljub temu pa so ugotovili, da vsaj del absorpcije vode v plod češnje poteka skozi reže (Christensen, 1996; Sekse, 2008; Sekse, 1995a; Simon, 2006).

4.3.5 Lastnosti kutikule

Površina ploda češnje je prekrita s tanko kutikularno membrano. V tej membrani se je pokazal nastanek razpok že en mesec po cvetenju in domnevalo se je, da se lahko pokanje sadeža v veliko primerih prične kot takšna razpokanost. Raziskovalci so opazili, da absorpcija vode skozi kožo sadeža povzroči ločitev kutikule od celične stene, s tem povezano nabrekanje v območju epidermalne celične stene pa je povzročilo razpokanost kutikule, ki se je običajno zgodila pred pokanjem ploda. Prav tako so opazili pojav razpokanosti kutikule pred obiranjem, ki je opazno povečala hitrost absorpcije vode. Domnevali so, da so letne spremembe v pojavu razpokanosti pred obiranjem pridelka povzročili okoljski in gojitveni dejavniki (Christensen, 1996; Sekse, 2008; Sekse, 1995a, b; Simon, 2006).

Četudi raziskave o anatomiji kože ploda niso povsem prepričljive pri zagotavljanju celovite razlage o tem, zakaj prihaja do razlik v občutljivosti za pokanje med sortami in spremembami v podnebjju, pa površinske sestavine kože nedvoumno v veliki meri

vplivajo tako na hitrost absorpcije vode, kot tudi na mejno vrednost absorpcije vode pred pokanjem (Christensen, 1996).

4.3.6 Osmotska koncentracija

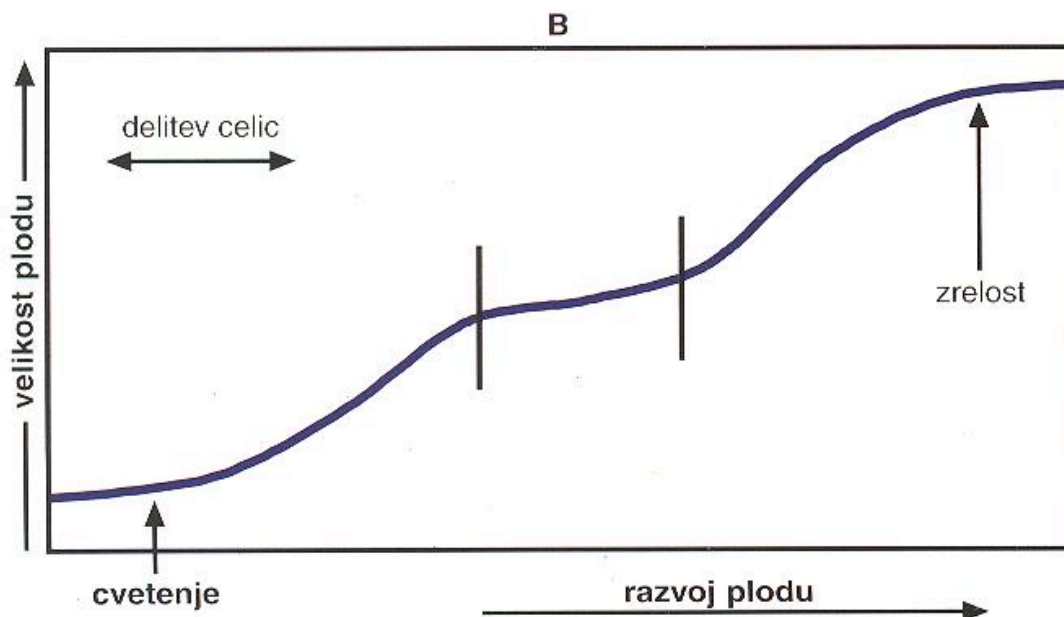
Ker je absorpcija vode rastlinskih celic pretežno osmotski pojav, je razumljivo, da so raziskovalci češenj skušali povezati razlike v količinah vode, ki jih češnje absorbirajo, s spremembami v osmotski koncentraciji sadnega soka.

Začetne raziskave v ZDA so pokazale, da je hitrost absorpcije vode sorazmerna z osmotsko koncentracijo sadnega soka, kar je pokazalo nagel dvig stopnje zrelosti sadeža. Precej poenostavljen sklep te ugotovitve je bil, da na razpokanost neposredno vpliva osmotska koncentracija sadnega soka. Nadaljnje raziskave v približno enakem času so kar podpirale ta sklep, a podobno niso upoštevale dejstva, da povečana občutljivost sadežev med dozorevanjem morda nima nobene povezave z vzporednimi spremembami v osmotskem potencialu. In res druge raziskave niso odkrile nobene povezave med vsebnostjo sladkorja, ter občutljivostjo za pokanje različnih sort, ki rade razpokajo. Zaključek tega je bil, da četudi bi lahko vsebnosti sladkorja pripisali neko mero pomembnosti, drugi dejavniki vplivajo na nagnjenost k pokanju veliko bolj (Christensen, 1996; Simon, 2006).

4.3.7 Pokanje v povezavi z razvojno fazo ploda

Občutljivost za pokanje v povezavi z razvojno fazo je pomembna za pridelovalca, da se smiselno odloči o zaščitnih ukrepih. To znanje je prav tako pomembno v študijah mehanizma, ki povzroči pokanje, ter za določitev indeksov pokanja. Večje pokanje se običajno opazi šele pozno v tretji razvojni fazi in občutljivost se takrat naglo povečuje vse do obiranja. Čeprav se občutljivost sort med dozorevanjem povečuje, obstajajo primeri odstopanj od tega razmerja. Domneva se, da so vzrok temu podnebne razmere, ki vplivajo na občutljivost sadeža na pokanje, pred pričetkom vzorčenja (Christensen, 1996; Simon, 2006).

Znatno zmanjšanje občutljivosti za pokanje, ki ga je mogoče opaziti pri nekaterih sortah po običajnem času obiranja pridelka, je verjetno posledica zmanjšanja turgorskega tlaka sadeža, ki ga povzroči prezrelost. Dokazano je, da imajo sadeži z nizkim turgorjem indeks pokanja 30 % manjši od normalno zrelih plodov (Christensen, 1996).



Slika 2: Razvojne faze plodov – dvojna sigmoidna krivulja (Štampar in sod., 2005)

Plod se razvija po dvojni sigmoidni krivulji; v prvi fazi poteka delitev celic plodu brez embria, v drugi fazi pride do delitve celic embria in koščica otrdi, tretja faza pomeni rast celic in polnjenje medceličnih prostorov (Štampar in sod., 2005).

5 VPLIVI OKOLJA NA POKANJE

5.1 VPLIV TEMPERATURE

Več raziskovalcev je dokazalo, da ima temperatura velik vpliv na hitrost pokanja plodov. Na splošno obstaja linearna rast števila počenih plodov pokanja z dvigom temperature iz 10 na 40 °C.

Povezanost med temperaturo in pokanjem plodov namiguje, da je absorpcija vode morda fizikalen proces. In res je po Poiseuillovem zakonu hitrost pretoka tekočin skozi posode majhnega premera neposredno sorazmerna s temperaturo. A ker temperatura vpliva tudi na mnoge druga dejavnike, kot so prepustnost celičnih sten in biokemični procesi v celicah, ni mogoče podati nedvoumne razlage tega temperaturnega učinka. Vpliv temperature na pokanje nakazuje, da je nevarnost pokanja v razmerah sadovnjaka precej večja med in takoj po dežju, kadar so dnevi vroči (npr. po nevihtnih plohah), kot pa med hladnimi obdobji (ponoči ali kadar so dnevi hladni). To spoznanje je pomembno, kadar se odločamo o sanacijskih ukrepih, ki jih je treba izvesti, da se prepreči pokanje (Christensen, 1996).

5.2 OKOLJSKE RAZMERE V SADOVNJAKU

Pregled mnogih poskusov, ki so primerjali občutljivost za pokanje med sortami s pomočjo testov za določitev indeksa pokanja kaže, da obstajajo precejšnje spremembe v dovzetnosti ne le iz leta v leto, ampak tudi od lokacije do lokacije. Na žalost so lahko, in verjetno so, razlike v objavljenih indeksih pokanja v veliki meri posledica različnih uporabljenih tehnik. Nedoslednost v temperaturi vode, ki se uporabi za potopitev, ter v opredelitvi razpoke in nenazadnje razlike v turgorju plodov v času vzorčenja vse prispevajo k spremenljivim rezultatom. Plodovi imajo ponavadi visok turgor zgodaj zjutraj, nato pa se ta čez dan zmanjša. Dovzetnost za pokanje se opazno zmanjša v najbolj vročem času suhih dni, iz tega je jasno razvidno, da se dovzetnost za pokanje razlikuje tudi čez dan (Christensen, 1996).

Pri proučevanju vplivov podnebnih razmer med in takoj po dežju v laboratorijskih pogojih so ugotovili, da precejšnje kroženje zraka zmanjša pokanje mokrih plodov. Zato so predlagali sušenje dreves in zraka s pomočjo helikopterja, ali pa z ogrevanjem zraka. Veliko pridelovalcev takoj po dežju stresa drevesa, da bi zmanjšali pokanje, drugi pa gredo s svojimi pršilniki skozi sadovnjak z veliko hitrostjo, a brez škropljenja, se pravi le z učinkom zraka (Christensen, 1996). V ZDA v sadovnjakih uporabljajo velike ventilatorje, s katerimi osušujejo zrak takoj po končanih padavinah.

6 PREPREČEVANJE POKANJA

V literaturi obstaja veliko poročil, ki trdijo, da škropljenje z mineralnimi solmi, fungicidi in drugimi kemikalijami zmanjšuje pokanje češenj. Vendar pa v velikem številu primerov do sedaj še ni bilo mogoče ponoviti teh rezultatov. Prav tako je veliko uporabljenih kemikalij imelo škodljive sekundarne učinke, puščalo ostanke na sadežih ali poškodovalo listje, tako da v komercialni praksi niso bile sprejete.

6.1 ŠKROPLJENJE S KALCIJEVIMI SOLMI

Leta 1936 je bilo prvič omenjeno, da so nekateri sadovnjaki, ki so jih škropili 5 do 6 tednov pred obiranjem z bordojsko brozgo, zabeležili manjše število razpokanih sadežev. Tem sporočilom so hitro sledile raziskave in v poskusih, kjer so primerjali bordojsko brozgo (zmes bakrovega sulfata in apna z vodo) in kalcijev hidroksid, sta oba izkazala enako koristne učinke na pokanje. Iz teh poskusov je bilo zaključeno, da je kalcij učinkovit kemični ion v teh spojinah in zmesi. Vendar pa je škropljenje pustilo vidne usedline na sadežih in zato v praksi ni bilo uporabno (Christensen, 1996).

Od teh začetnih poskusov je bilo opravljenih še veliko poskusov, da bi ocenili vpliv kalcija kot sredstva za preprečevanje pokanja. Poskusi na sorti 'Bing' v začetku 50. let prejšnjega stoletja so pokazali, da ima potopitev plodov v raztopino kalcijevega acetata ali kalcijevega hidroksida (0,01 M) zgolj majhen učinek na njihovo hitrost pokanja. Vseeno pa je škropljenje z enakimi solmi (raztopine 0,02 – 0,2 M) 18 in 8 dni pred obiranjem pridelka znižalo indeks pokanja za 10 do 60 %, čeprav je bilo treba kemične usedline odstraniti z očetno kislino. Kasneje so drugi raziskovalci odkrili, da škropljenje s kalcijevim kazeinatom prav tako močno zmanjša pokanje, a ne pusti nobenih sledi na sadežih. Nasprotno sta Ackley (1956, cit. po Christensen, 1996) in Bangerth (1968, cit. po Christensen, 1996) ugotovila, da kalcij zmanjšuje pokanje sadežev, potopljenih v vodo, vendar pa ima le rahel učinek, kadar ga poškropimo po drevesih. Te raziskave so pokazale, da je le majhen delež škropilne raztopine nanesen na plodove ter, da je prenos kalcija iz listov v plodove minimalen. Laboratorijske raziskave so pokazale, da je kalcijev acetat (v raztopini 0,000313 M) prepolovil indeks pokanja v primerjavi z destilirano vodo. Kljub temu pa mnogi drugi poskusi, v katerih se je testiral kalcijev acetat, niso odkrili pomembnih koristi in edino zanesljivo tretiranje je bilo škropljenje s 5 % raztopino vsako uro med dežjem. To je učinkovito zmanjšalo odstotek razpokanih sadežev. Vendar pa je na drevesih ostalo preveč usedlin in to tretiranje se ni izkazalo za priljubljeno. V drugih danskih poskusih, kjer so škropili z 0,8 % kalcijevim nitratom tik pred ali med simulacijo dežja, se je v petih od osmih poskusov pokazalo pomembno zmanjšanje pokanja (Christensen, 1996).

Čeprav obstajajo dokazi, da ima kalcij koristne učinke na zmanjšanje pokanja in čeprav se ta na določenih območjih priporoča, pa ta tretiranja niso imela velikega uspeha v tržni pridelavi. Glavna težava so ostanki na plodovih, ki jih puščajo precej koncentrirana škropiva. Ena možnost je spremeniti padavinsko vodo v šibko kalcijevo raztopino z nadzemnim pršenjem s kalcijevimi kloridom med dežjem (Rupert in sod., 1997). V poskusih potopitve je danska voda iz pipe zmanjšala pokanje za 85 % v primerjavi z destilirano vodo, rezultati iz ZDA pa so pokazali, da je namakanje z običajno vodo povzročilo manj pokanja kot pa namakanje z deionizirano vodo. To poudarja učinek že majhnih količin raztopljenih soli pri zmanjšanju pokanja sadežev (Christensen, 1996).

6.2 ŠKROPIVA ALUMINIJEVIH, BAKROVIH IN DRUGIH KOVINSKIH SOLI TER BORA

Študije, v katerih so primerjali učinke različnih kovinskih soli na pokanje, so pokazale, da imajo aluminijeve soli močnejši učinek na zmanjšanje pokanja kot pa kalcij. Škropljenje z raztopinami aluminijevega sulfata (0,01 - 0,1 M) 18 in 8 dni pred obiranjem pridelka je občutno zmanjšalo pokanje. Te rezultate so potrdile tri druge raziskave. Vendar pa so vsi raziskovalci ugotovili, da so ta tretiranja nesprejemljiva v pogojih, kot so v sadovnjaku, zaradi vidnih usedlin, ki so ostale na plodovih ter nevarnosti, da pripravki ožgejo listje (Christensen, 1996).

Učinkovito preprečevanje pokanja je prav tako mogoče doseči s škropljenjem bakrovega sulfata in nekateri testi so pokazali, da je baker, ne pa kalcij, v škropivih bordojske brozge tisti, ki daje koristne učinke. Vendar pa je, tako kot pri aluminiju, težava bakrovih pripravkov, da pustijo sledi ter nevarnost fitotoksičnih poškodb listja (Christensen, 1996).

Pozitiven učinek bakrovih pripravkov na zorenje in trdota plodov je spodbudila raziskave o uporabi bakrovih pripravkov proti pokanju češenj.

Brown in sod. (1994, 1996) so proučevali različne koncentracije bakrovih pripravkov v kombinaciji s kalcijevim pripravkom. Za vsa škropljenja so uporabljali 3 kg kalcijevih pripravkov v kombinaciji z 0, 50, 100, 150 in 200 g bakrovih pripravkov. Ugotovili so, da kombinacija obeh pripravkov pozitivno vpliva na zmanjšanje pokanja plodov in da se s povečevanjem količine bakrovih pripravkov (do 200 g na 100 l škropilne brozge) povečuje tudi delež nepoškodovanih plodov.

Zgodnji nanos bakrovo-kalcijevih pripravkov je pustil zelo malo ostankov med obiranjem.

Preglednica 2: Učinek bakrovih in bakrovo-kalcijevih pripravkov na pokanje češenj (Brown in sod., 1994)

Poskus	Tretiranje	Sorta	Preizkus pokanja	% nepočenih plodov	
				netretirani	tretirani
1	50 g na 100 l Cu (OH) ₂	'Bing'	dež	56	71
3	Cu + Ca	'Lambert'	potopitev	69	84
4	Cu + Ca	'Van'	dež	45	61

Ta poskus je sestavljen iz 200 g Cu(OH)₂ in 3 kg Ca(OH)₂ na 100 l.

Drugim kovinskim solem ni bila dana tolikšna pozornost v povezavi s preprečevanjem pokanja. Testi niso pokazali nobenih učinkov železovega klorida ali nitrata in tudi ni bilo ugotovljenih nobenih učinkov škropiv z magnezijevim, cinkovim, manganovim ali železovim sulfatom. Kljub temu pa so v raziskavi učinka presnovnih zaviralcev na proces pokanja tako srebrove kot živosrebrove soli močno zmanjšale pokanje (Christensen, 1996).

Rezultati pridobljeni v različnih pogojih preizkušanja so pokazali, da tretiranje dreves s silicijevimi pripravki pripomore k zmanjšanju pokanja plodov češenj podobno ali bolj kot kalcijev klorid (Sorrentini in sod., 2008).

Stopnjo pokanja je mogoče zmanjšati za približno 50 % s potopitvijo plodov v 0,25 % raztopino bora. Vendar pa 0,5 do 1,0 % škropiva bora, medtem ko so znatno zmanjšala pokanje pri eni sorti, niso imela nobenega učinka na številne druge sorte. Kot pri škropivih mnogih drugih kovinskih soli so tudi tretiranja z borom povzročila resne poškodbe listja (Christensen, 1996).

6.3 TRETIRANJA Z OMAKALNIMI SREDSTVI

Poskusi na začetku 70. let 20. stoletja so odkrili, da imajo omakalna sredstva precejšen učinek, saj zmanjšajo pokanje pri več sortah in tudi v več letih, če ga škropimo 10 dni pred obiranjem pridelka. Vendar pa je v poskusih na obranih plodovih, ki so bili pod umetnim dežjem, Christensen (1996) odkril občutno povečanje pokanja, kadar so omakalna sredstva bila škropljena pred dežjem, obenem pa 25 % zmanjšanje, ko je počakal in škropil takoj po 1 uri dežja.

Omakalna sredstva imajo lahko torej nasprotujoče učinke na pokanje, odvisno od tega ali jih škropimo pred ali po dežju. Običajno delujejo tako, da zmanjšajo napetost na površini in se zato kapljice vode na plodovih razbijejo v tanko plast vode, ki prekrije celotno površino ploda. Voda se tako lahko absorbira s celotne površine, namesto samo z

določenih predelov. Obstaja prepričanje, da ima škropljenje po dežju koristen učinek, saj voda na sadežih izhlapeva veliko hitreje, če je prisotna kot tanka plast, ne pa kot kapljica. Poskusi so pokazali, da so bili sadeži, ki so bili škropljeni z omakalnim sredstvom tik po dežju, suhi po 15 do 20 minutah, medtem ko so neškropljeni sadeži bili mokri še eno uro in pol do dve uri po dežju (Christensen, 1996).

6.4 TRETIRANJE Z RASTLINSKIMI RASTNIMI REGULATORJI

Raziskovalci so v svojem izčrpnem delu o pokanju češenj proučevali tudi učinek škropljenja z avksinom, NAA. Dokazali so zmanjšanje pokanja, ko so škropili z 0,1 do 1,0 % raztopino NAA 30 do 35 dni pred obiranjem pridelka. A ko so sredstvo nanесли kasneje, se je pokanje opazno povečalo (Christensen, 1996).

Uporaba giberelinov je v pridelavi češenj v ZDA, kjer je povprečna letna količina padavin le 125 – 250 mm in dež med zorenjem češenj le redko ogroža pridelek, standarden tehnološki ukrep (Usenik in Kastelec, 2004). Glavni namen škropljenja z giberelini je večja masa in večja obstojnost plodov. V različnih raziskavah je bil ugotovljen različen vpliv škropljenja z giberelini na razvoj plodov pri češnji. Uporaba giberelinov je vplivala na povečanje plodov, povečala obstojnost plodov in zakasnila zorenje (Podesta in sod., 2001).

Usenik in Kastelec (2004) so v raziskavi želeli ovrednotiti vpliv giberelinov na kakovost plodov češenj v klimatskih razmerah Slovenije in ugotoviti, ali je mogoče z giberelini zmanjšati pokanje plodov. Ugotovili so da uporaba giberelinov pozitivno vpliva na velikost in maso plodov, da se je vsebnost suhe snovi v plodovih povečala in da je bilo pokanje plodov zmanjšano, a ne povsem preprečeno.

6.5 PREKRIVANJE NASADOV S FOLIJO

Najboljša zaščita pred pokanjem plodov češnje je sajenje sort, ki so odporne proti pokanju, vendar je teh sort malo. Zato se v proizvodnih nasadih uporablja različne folije za prekrivanje, ki jih razprostrejo nad drevesi pred zorenjem plodov, vendar pa je ta način zaščite zelo drag, včasih tudi neizvedljiv in ob neustrezni oskrbi rastlin z vodo tudi ne dovolj učinkovit sistem zaščite, saj so Cline in sod. (1995) ugotovili, da češnje pokajo tudi v nasadih pokritih s folijo, saj absorpcija vode skozi koreninski sistem povečuje notranji tlak ploda. Zato je potrebno ob prekrivanju nasadov s folijo zagotoviti tudi ustrezen sistem namakanja.

Obstaja več različnih sistemov prekrivanja, na Norveškem uporabljajo sistem, ki ga ob napovedi dežja ročno namestijo. Tak sistem zahteva ogrodje iz lesa in žic, ki potekajo po celotni dolžini vrste. V vrsti so postavljeni stebri na razdalji 12 m, med vrstami so povezani z lesenim tramom. Za postavitev poteka folija po treh žicah v smeri vrste, zgornja

žica je na višini 4m, stranski dve pa naj bi bile nekoliko nižje (največ 0,5 m), dolžina prekrivne folije je enaka razdalji med stebroma. Tak sistem dovoljuje višino dreves do 3,5 m. Ta sistem imenujejo tri žični sistem, obstaja pa tudi eno žični sistem, ki pa ob postavljeni zaščiti ne dovoljuje prehoda strojev med vrstami (Meland in Kaiser, 2011; Meland in Skjervheim, 1998).

Vendar pa proizvajalci ponujajo številne različne možnosti prekrivanja, npr. Valente in Fruitsecurity poleg folije uporabljajo tudi protitočno mrežo, tako za zaščito dreves pred točo kot tudi za zaščito folije, Voen pa je folijo vgradil kar na protitočno mrežo, tako da se trakovi folije prekrivajo kot streha iz tegole in s tem so izboljšali prezračevanje ter stabilnost na vetrovnih legah.



Slika 3: Češnjevi nasad pokrit s folijo Powerflex (Sistema a pellicola Powerflex, 2011)

Zadnja leta proučujejo zasnovo češnjevega sadovnjaka v tunele, kateri preprečujejo pokanje plodov in izboljšajo mikroklimo, s tem pa pospešijo zorenje. Za pospeševanje zorenja sadovnjak prekrijejo konec januarja po akumuliranih približno 500 ur mraza (pod 7 °C). S takim načinom gojenja je možno pridelek dati na tržišče tudi en mesec prej (Palma in sod., 2011; Meland in Kaiser, 2011).



Slika 4: Češnjev nasad zaščiten s folijo in protitočno mrežo (Covering structure, 2011)



Slika 5: Češnjev nasad zaščiten s tuneli (Haygrove, 2011)

7 SKLEPI

V diplomskem projektu smo želeli proučiti objave preteklih študij s področja pokanja češenj. Na osnovi pregledane literature smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- o pokanje češenj je predvsem sortno pogojeno, vendar obstajajo razlike znotraj sorte, saj debelejši plodovi bolj pokajo kot drobnejši;
- o veliko razliko predstavlja tudi okolje, saj sorto, ki je npr. na Norveškem zelo občutljiva, pri nas uvrščamo med manj občutljive sorte in obratno;
- o pokanje plodov povzroča direktna absorpcija vode skozi kutikulo ploda in absorpcija prek koreninskega sistema. Kaj je pa tisti dejavnik, ki povzroča absorpcijo vode, še ni povsem znano;
- o tretiranje s kalcijevimi pripravki so učinkoviti, če jih uporabljamo tik pred nastopom padavin oz. tik po končanih padavinah, vendar imajo to slabost, da je potem veliko ostankov na plodovih;
- o tretiranje z giberelini pozitivno vpliva na zmanjšanje pokanja, a ga ne prepreči. Ima pa pozitiven učinek na povečanje velikosti plodov;
- o tretiranje z bakreno - kalcijevimi pripravki ima zelo dober vpliv na zmanjšanje pokanja plodov;
- o prekrivanje nasadov s folijo je najboljši način zaščite pred pokanjem plodov, vendar pokanja povsem ne prepreči.

Metode zaščite plodov bi bilo potrebno temeljiteje preučiti v naših klimatskih razmerah, saj so bile vse izvedene v oddaljenih krajih.

8 VIRI

- Brown G., Wilson S., Boucher W., Graham B., McGlasson B., 1994. Effects of copper-calcium sprays on fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 62: 75-80
- Brown G. S., Kitchener A. E., McGlasson W. B., Barnes S. 1996. The effect of copper and calcium foliar sprays on cherry and apple fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 67: 219-227
- Christensen J. V. 1996. Rain-induced cracking of sweet cherries: its causes and prevention. V: *Cherries crop physiology. Production and uses*. Webster A. D., Looney N. E. (ur.): 297–327
- Cline J. A., Meland M., Sekse L., Webster A. D. 1995. Rain cracking of sweet cherries: II. Influence of rain covers and rootstocks on cracking and fruit quality. *Acta Agricultura Scandinavica, Sect. B, Soil and Plant Science.*, 45: 224-230
- Covering structure. 2011. Valente.
<http://www.valentepali.com/web/guest/copertura-antipioggia-frutteto-plus> (1. 9. 2011)
- Haygrove. 2011.
<http://www.haygrove.co.uk/polytunnels/farm-polytunnels/4-series/> (1. 9. 2011)
- Meland M., Skjervheim K. 1998. Rain cover protection against cracking for sweet cherry orchards. *Acta Horticulturae*, 468: 441-448
- Meland M., Kaiser C. 2011. Metodi fisici e chimici per la prevenzione dello spacco dei frutti nel ciliegio. V: *Convegno nazionale del ciliegio-Vignola (Mo)*, 8-10 giugno 2011. Vignola, Università di Bologna: 73-74
- Palasciano M.o, Pacifico A., Godini A. 2005. Suscettibilità allo spacco dei frutti di nuove e vecchie cultivar di ciliegio. *Frutticoltura*, 3: 48-51
- Palma L., Tarricone L., Romanazzi V., Cosmo M. 2011. Esperienze di protezione del ciliegio con film plastico, per semiforzatura precoce. V: *Convegno nazionale del ciliegio-Vignola (Mo)*, 8-10 giugno 2011. Vignola, Università di Bologna: 77–78

- Podesta L., Rodriguez M.E., Gil F., Arjona C. 2001. Efecto del acido gibereliko y del calcio sobre el tamano, agrietamiento y otros parametros de calidad en frutos de cerezo (*Prunus avium* L.) cv. Bing. Investigacion agraria. Produccion y proteccion vegetales, 16, 1: 38-48
- Pratella G. C. 1996. La screpolatura delle ciliege. Frutticoltura, 10: 71-73
- Rupert M., Southwick M. S., Weis K., Vikupitz J., Flore J., Zhou H. 1997. Calcium chloride reduces rain cracking in sweet cherries. California Agriculture, 51, 5: 35-40
- Sekse L. 1995a. Fruit cracking in sweet cherries (*Prunus avium* L.). Some physiological aspects – a mini review. Scientia Horticulturae, 63: 135-141
- Sekse L. 1995b. Cuticular fracturing in fruit of sweet cherry (*Prunus avium* L.) resulting from changing soil water contents. Journal of Horticultural Science, 70, 4: 631-635
- Sekse L. 2008. Fruit Cracking in Sweet Cherries – Some Recent Advances. Acta Horticulturae, 795: 615-621
- Simon G. 2006. Review on rain induced fruit cracking of sweet cherries (*Prunus avium* L.), its causes and possibilities of prevention. International Journal of Horticultural Science, 12, 3: 27-35
- Sistema a pellicola Powerflex. 2011. Fruitsecurity.
http://it.fruitsecurity.com/sistema-a-pellicola-powerflex_64_4.htm (1. 9. 2011)
- Sorrentini G., Quartieri M., Caruso S., Lugli S., Rombola A. D. 2008. Efficace l'impiego di silicato di sodio e cloruro di calcio per ridurre lo spacco dei frutti. Frutticoltura, 3: 28-32
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.
- Usenik V., Kastelec D. 2004. Vpliv giberelinov na kakovost češenj. V: Zbornik referatov 1. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 24-26. marec 2004: Krško, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 271-276
- Zgonec S. 2011.
<http://www.slavko-zgonec.net/pokanje-cesenj-sp960.html> (1. 9. 2011)

ZAHVALA

Zahvaljujem se svoji mentorici doc. dr. Valentini USENIK za strokovne nasvete in pomoč ter ves trud, ki ga je vložila v mojo diplomu.

Prav tako se zahvaljujem izr. prof. dr. Metki HUDINA za strokovne pripombe in kritičen pregled.

Za pomoč pri pridobivanju literature se zahvaljujem Eriki KOMEL, univ. dipl. inž..

Zahvala gre tudi mojim domačim, še posebej moji mami, ki mi je omogočila študij in me uspešno spodbujala do konca.