

# Duhan

---

**Butorac, Jasminka**

**Authored book / Autorska knjiga**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2020**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:277153>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-13**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





# DUHAN



Kugler

**Jasminka Butorac**

MANUALIA UNIVERSITATIS STUDIORUM ZAGRABIENSIS  
UDŽBENICI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU



Copyright © 2009. Jasminka Butorac

Sva prava pridržana. Nijedan dio ovog udžbenika ne može biti pretiskan ili prenesen u ma kojem obliku ili ni na kakav način, elektronički ili mehanički, uključujući fotokopiranje i snimanje bez suglasnosti autora i nakladnika.

Nakladnik  
KUGLER d.o.o., Zagreb

Urednik  
Božidar Kugler

Lektura  
Zlata Babić, prof.

Priprema i prijelom  
Marijan Boršić ml.

Tisak  
NAKLADA STIH  
Zagreb, listopad 2009.

Recenzenti  
prof. dr. sc. Zvonko Mustapić, Agronomski fakultet  
dr. sc. Ivan Turšić, dipl. ing. agr., Duhanski institut  
dr. sc. Jure Beljo, dipl. ing. agr., Duhanski institut  
prof. dr. sc. Milan Pospišil, Agronomski fakultet

Objavljivanje ovog sveučilišnog udžbenika odobrio je Senat Sveučilišta u Zagrebu odlukom 032-01/08-01/93, od 10. veljače 2009. godine

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu  
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 700373

Međunarodni standardni broj (ISBN) 978-953-7027-16-2

**Izdavanje ovog udžbenika pomoglo je Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH**

prof. dr. sc. Jasminka Butorac

# DUHAN



Kugler

Zagreb, 2009.



---

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Botanička sistematika i podrijetlo duhana .....	2
3. Proizvodnja, površine i prinosi duhana u svijetu i u nas.....	8
4. Podjela duhana na tipove .....	13
4.1. Duhani sušeni toplim zrakom u sušnicama (flue-cured).....	14
4.2. Duhani sušeni na zraku (air-cured).....	15
4.3. Duhani sušeni na suncu (sun-cured) .....	18
4.4. Duhani sušeni iznad otvorene vatre (fire-cured).....	19
5. Gospodarska važnost duhana .....	20
6. Morfološka svojstva duhana .....	26
6.1. Korijen .....	26
6.2. Stabljika .....	26
6.3. List .....	28
6.4. Cvijet.....	29
6.5. Plod i sjeme.....	31
7. Biološka svojstva duhana.....	33
7.1. Faze razvoja u rasadniku.....	33
7.1.1. Klijanje sjemena.....	33
7.1.2. Nicanje .....	33
7.1.3. Ukorjenjivanje presadnica .....	34
7.1.4. Formiranje presadnica.....	34
7.2. Faze razvoja u polju .....	35
7.2.1. Ukorjenjivanje duhana u polju.....	35
7.2.2. Formiranje biljke.....	35
7.2.3. Cvjetanje .....	35
7.2.4. Formiranje i sazrijevanje sjemena .....	37
7.2.5. Formiranje i sazrijevanje listova .....	37
8. Agroekološki uvjeti proizvodnje flue-cured duhana.....	39
8.1. Odnos duhana prema temperaturi .....	39
8.2. Odnos duhana prema svjetlu .....	40
8.3. Odnos duhana prema vodi .....	40
8.4. Odnos duhana prema tlu .....	42
9. Tehnologija proizvodnje flue-cured duhana .....	44
9.1. Uzgoj presadnica duhana klasičnim načinom.....	44
9.1.1. Priprema lijeha .....	44
9.1.2. Sjetva.....	45
9.1.3. Prihrana .....	45
9.1.4. Njega presadnica .....	45
9.2. Uzgoj presadnica duhana u hidroponima.....	46
9.2.1. Priprema hidropona.....	47
9.2.2. Gnojidba.....	47
9.2.3. Sjetva.....	48
9.2.4. Njega presadnica .....	50
9.3. Uzgoj duhana u polju .....	51
9.3.1. Plodored .....	51

9.3.2. Obrada i priprema tla za sadnju .....	53
9.3.3. Gnojidba.....	54
9.3.3.1. Dušik .....	55
9.3.3.2. Fosfor .....	58
9.3.3.3. Kalij.....	58
9.3.3.4. Kalcij.....	59
9.3.3.5. Magnezij .....	59
9.3.3.6. Klor .....	60
9.3.3.7. Bor.....	60
9.3.3.8. Sumpor.....	60
9.3.3.9. Mangan .....	61
9.3.3.10. Ostala mikrohraniva.....	61
9.3.3.11. Unošenje gnojiva .....	61
9.3.4. Ciljevi selekcije i izbor sorte.....	62
9.3.5. Sadnja.....	69
9.3.6. Njega duhana .....	72
9.3.6.1. Suzbijanje korova.....	72
9.3.6.2. Natapanje .....	74
9.3.6.3. Otkidanje cvata i zaperaka .....	76
9.3.6.4. Suzbijanje bolesti .....	78
9.3.6.4.1. Gljivične bolesti .....	79
9.3.6.4.1.1. Polijeganje rasada ili klična padavica ( <i>Pythium debarianum</i> Hesse) .....	79
9.3.6.4.1.2. Crna korijenova trulež ( <i>Chalara ellegans</i> Naq Raj & W.B. Kendr.).....	79
9.3.6.4.1.3. Plamenjača ( <i>Peronospora tabacina</i> Adam).....	80
9.3.6.4.1.4. Crna noga ( <i>Phytophthora nicotianae (parasitica)</i> Dastur).....	80
9.3.6.4.1.5. Gljivično venuće ( <i>Fusarium oxysporum (nicotianae)</i> Schldt.)	81
9.3.6.4.1.6. Ranjavost stabljike ( <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn).....	81
9.3.6.4.1.7. Trulež stabljike i korijena duhana ( <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc).....	81
9.3.6.4.1.8. Smeđa pjegavost ( <i>Alternaria alternata (tenuis)</i> Keissl) .....	81
9.3.6.4.1.9. Pepelnica ( <i>Erysiphe cichoracearum</i> DC) .....	82
9.3.6.4.2. Bakterijske bolesti.....	82
9.3.6.4.2.1. Divlja vatra ili plamac ( <i>Pseudomonas tabaci</i> Wolf & Foster) ..	82
9.3.6.4.2.2. Bakterijsko venuće ( <i>Pseudomonas solanacearum</i> Smith).....	83
9.3.6.4.2.3. Šuplja stabljika ( <i>Erwinia carotovora</i> Winslow et al.) .....	83
9.3.6.4.3. Virusne bolesti .....	83
9.3.6.4.3.1. Virus mozaika duhana (Tobacco mosaic virus - TMV).....	83
9.3.6.4.3.2. Y virus krumpira (Vein banding - PVY) .....	84
9.3.6.4.3.3. Virus prstenastog venuća rajčice (Tomato spotted wilt virus - TSWV) .....	85
9.3.6.4.3.4. Virus mozaika krastavca (Cucumber mosaic virus - CMV).....	85
9.3.6.4.3.5. Virusna pjegavost (Tobacco etch virus - TEV) .....	86
9.3.6.4.4. Nematode .....	86
9.3.6.4.5. Parazitske cvjetnice.....	87
9.3.6.4.5.1. Zambul ili volovod ( <i>Orobanche spp.</i> ) .....	87



9.3.6.4.5.2. Vilina kosica ( <i>Cuscuta alba</i> ) .....	88
9.3.6.4.6. Bolesti fiziološkog podrijetla .....	88
9.3.6.5. Suzbijanje štetnika .....	88
9.3.6.5.1. Štetnici u lijevama.....	88
9.3.6.5.1.1. Leteći duhanski kornjaš ili duhanov buhač ( <i>Epirix</i> <i>hirtipennis</i> Melsh.) .....	88
9.3.6.5.1.2. Duhanske mušice ( <i>Hydrobaenun spp.</i> Alch.) .....	88
9.3.6.5.1.3. Povrtlarski žižak ( <i>Listroderes costriostriis obliquus</i> Klug) .....	89
9.3.6.5.1.4. Rovac ( <i>Gryllotalpa hexadactyla</i> Perty) .....	89
9.3.6.5.1.5. Zelena lipanjska buba ( <i>Cotinis nitida</i> L.) .....	89
9.3.6.5.2. Štetnici u polju .....	89
9.3.6.5.2.1. Duhanski žičnjak ( <i>Conoderus vespertinus</i> F. i C. Falli.) .....	89
9.3.6.5.2.2. Crna sovica ( <i>Agrotis ypsilon</i> Hufnl.) .....	89
9.3.6.5.2.3. Crv duhanske stabljike ( <i>Crambus spp.</i> ) .....	89
9.3.6.5.2.4. Bjeloresa buba ( <i>Graphognathus spp.</i> ) .....	90
9.3.6.5.2.5. Duhanski rogati crv ( <i>Manduca sexta</i> L.) .....	90
9.3.6.5.2.6. Crv duhanskog pupa ( <i>Heliothis virescens</i> F.) .....	90
9.3.6.5.2.7. Breskvina zelena uš ( <i>Mysus persicae</i> Sulzer) .....	90
9.3.6.5.2.8. Zrikavac četverotočkasti ( <i>Oecanthus nigricornis</i> <i>quadripunctatus</i> Beut) .....	91
9.3.6.5.2.9. Crv duhanskog lista ili krumpirov moljac ( <i>Phthorimaea</i> <i>operculella</i> Zell) .....	91
9.3.6.5.2.10. Japanski sjajnik ( <i>Popilla japonica</i> Newman) .....	91
9.3.6.5.2.11. Kupusni resičar ( <i>Trichoplusia spp.</i> Hbn.) .....	92
9.3.6.5.2.12. Zelena smrdljiva buba ( <i>Nozara viridula</i> L.) .....	92
9.3.6.5.2.13. Duhanov trips resičar ( <i>Trips tabaci</i> Lind.) .....	92
9.3.6.5.2.14. Mjere suzbijanja štetnika .....	92
9.3.6.5.3. Štetnici u skladištu .....	94
9.3.6.5.3.1. Duhanski moljac ( <i>Ephestia elutella</i> Hlbn.) .....	94
9.3.6.5.3.2. Duhanski žižak ili duhanar ( <i>Lasioderma serricorne</i> F.) .....	94
9.3.7. Berba .....	95
9.3.8. Sušenje .....	98
10. Dorada duhana .....	103
10.1. Primarna manipulacija .....	103
10.2. Otkup duhana .....	104
10.3. Iziljavanje ( <i>thrashing</i> ) .....	106
10.4. Ponovno sušenje ( <i>redrying</i> ) .....	108
10.5. Fermentacija .....	110
10.6. Skladištenje, odležavanje i maturacija .....	113
10.7. Ekspandiranje duhana .....	114
10.8. Rekonstituirani duhan (folija) .....	116
11. Kvaliteta duhana .....	118
11.1. Organoleptička procjena .....	121
11.2. Fizikalna svojstva .....	127
11.3. Kemijska svojstva .....	130
11.4. Pušačka svojstva .....	139

12. Duhanu sušeni na zraku .....	145
12.1. Burley.....	145
12.1.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje burleya.....	146
12.1.2. Tehnologija proizvodnje burleya .....	147
12.2. Maryland.....	154
12.2.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje marylanda.....	155
12.2.2. Tehnologija proizvodnje marylanda .....	155
12.3. Tamni duhanu sušeni na zraku.....	156
12.3.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje tamnih duhana.....	156
12.3.2. Tehnologija proizvodnje tamnih duhana .....	157
12.4. Cigarni duhanu.....	158
12.4.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje cigarnih duhana.....	158
12.4.2. Tehnologija proizvodnje cigarnih duhana .....	158
12.5. Perique duhanu .....	161
12.5.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje perique duhana.....	161
12.5.2. Tehnologija proizvodnje perique duhana.....	161
13. Duhanu sušeni na suncu.....	163
13.1. Orijentalni duhanu .....	163
13.1.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje orijentalnih duhana.....	163
13.1.2. Tehnologija proizvodnje orijentalnih duhana .....	164
13.2. Poluorijentalni duhanu.....	169
13.2.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje poluorijentalnih duhana .....	169
13.2.2. Tehnologija proizvodnje poluorijentalnih duhana .....	169
13.3. Virginia sun-cured duhanu.....	171
14. Duhanu sušeni iznad otvorene vatre.....	172
14.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje fire-cured duhana .....	172
14.2. Tehnologija proizvodnje fire-cured duhana.....	172
15. Postupak identifikacije sorata duhana.....	174
15.1. Morfološka svojstva.....	174
15.2. Fenološka svojstva.....	182
15.3. Gospodarska svojstva.....	183
15.4. Reagiranje na bolesti.....	184
15.5. Kemijska svojstva .....	186
15.6. Pušačka svojstva .....	187
16. Literatura.....	189
Kazalo pojmova .....	194

---

## **Proslov**

*Navršilo se gotovo 400. godina od komercijalne proizvodnje duhana u civiliziranom svijetu. U tom razdoblju publicirani su brojni radovi o duhanu s naglaskom na kemijskoj i biološkoj evaluaciji duhana i duhanskog dima, a započeta su i istraživanja biotehnologije, molekularne biologije i dr. U isto vrijeme duhan je postao jedna od ekonomski najvažnijih poljoprivrednih kultura na međunarodnom tržištu. Smatramo ga i kulturom koja je nadasve zanimljiva za ekonomije pojedinih zemalja. Duhan je istodobno vrlo intenzivna ratarska kultura, po nekim značajkama i vrlo specifična, napose prema tlu.*

*U prvom dijelu knjige nastojala sam, između ostalog, obraditi sve biljno – ugojne elemente duhana, a u drugome važnije čimbenike vezane uz njegovu doradu. Udžbenik je namijenjen ponajprije studentima diplomskog studija Biljnih znanosti, ali i svima onima koji se bave uzgojem i doradom duhana.*

*Predajući ovu knjigu njezinim korisnicima, ugodna mi je dužnost zahvaliti se recenzentima prof. dr. sc. Zvonku Mustapiću, prof. dr. sc. Milanu Pospišilu, dr. sc. Ivanu Turšiću, znanstvenom savjetniku i dr. sc. Juri Belji, višem znanstvenom suradniku na korisnim savjetima, sugestijama i kritičkim primjedbama koje su mi dali prilikom čitanja rukopisa.*

*Zahvalnost također izražavam mr. sc. Ani Budimir i prof. dr. sc. Kirilu Filiposkom na ustupljenim mi slikama iz svoje kolekcije, koje su uvelike poboljšale kvalitetu knjige.*



## 1. Uvod

Danas je vrlo teško napisati udžbenik o duhanu, a da se nema u vidu istodobno njegov koristan i štetan utjecaj na ljudsku populaciju. Korisna se uloga duhana ogleda prije svega u njegovu utjecaju na nacionalne ekonomije, razmjerno njegovom sudjelovanju u nacionalnom bogatstvu neke zemlje kao relativno visokodohodovnoj kulturi.

Nasuprot tome, nedvojbeno je potvrđen njegov štetan utjecaj na ljudsko zdravlje. Imajući na umu njegovu biljno-uzgojnu odnosno agrotehničku i gospodarsku važnost, s jedne strane, i štetnost za zdravlje ljudi, s druge, na ovom stupnju razvitka, opredijelila sam se da duhan objektivno prikažem kao vrlo intenzivnu ratarsku odnosno industrijsku kulturu, koja još uvijek ima važnu ulogu u našoj poljoprivredi, pa samim time i u gospodarstvu kao cjelini. K tome, pogodni ekološki uvjeti koji vladaju u našoj zemlji napose pogoduju uzgoju duhana. Oni su razlogom više da se njegova proizvodnja u nas i održi.

Kako je duhan prije izrade finalnog proizvoda (cigareta, cigara, mješavina za lule, duhana za žvakanje, duhana za ušmrkivanje itd.) podvrgnut čitavom nizu različitih tehnoloških zahvata, u tekstu sam nastojala uravnotežiti, ali ne i odvojiti njegovu biljno-uzgojnu komponentu od zahvata koji slijede nakon berbe duhana. Od tih zahvata uvelike ovisi i kvaliteta duhana.

Udžbenik je prilagođen Bolonjskom procesu, tj. diplomskom studiju Biljnih znanosti. Modul *Duhan i hmelj* obuhvaća dva najvažnija predstavnika aromatično-alkaloidne skupine biljaka koje se uzgajaju u Hrvatskoj. U ovom udžbeniku bit će predstavljen duhan. Naglasak će biti na duhanu tipa virginia (flue-cured) i burley (air-cured), kao jedinim tipovima duhana koji se uzgajaju u Hrvatskoj, ali će se obraditi i ostali tipovi duhana (air-cured, sun-cured, fire-cured).

## 2. Botanička sistematika i podrijetlo duhana

Duhan pripada carstvu *Plantae*, diviziji *Magnoliophyta*, razredu *Magnoliopsida*, redu *Solanales*, porodici *Solanaceae*, rodu *Nicotiana* i vrsti *tabacum*.

U svijetu je danas poznato oko 70-ak vrsta toga roda. Oko 50-ak vrsta potječe iz Amerike (sjeverna Argentina i jugozapadna Bolivija), a 20-ak vrsta iz Australije. Dvije vrste nisu poznate divlje. Čovjek ih danas održava uzgajanjem. To je duhan (*Nicotiana tabacum* L.), amfidiploid nastao križanjem vrsta *Nicotiana glauca* L. i *Nicotiana glauca* L. i mahorka (*Nicotiana rustica* L.), nastala križanjem vrsta *Nicotiana paniculata* L. i *Nicotiana undulata* L. (sl. 2.). Duhan je izrazito polimorfna kultura (s velikim brojem tipova) i danas se uzgaja u gotovo cijelome svijetu, dok je mahorka manje važna i većinom se uzgaja u Rusiji i Indiji.



Slika 1. Duhan (*Nicotiana tabacum* L.)



Slika 2. Mahorka (*Nicotiana rustica* L.)

Od australskih vrsta najpoznatija je *Nicotiana suaveolens* L., koja je samonikla u New South Walesu, gdje su se njezini listovi upotrebljavali za pušenje.

Neke vrste iz roda *Nicotiana* danas se iskorištavaju za oplemenjivanje duhana (*Nicotiana debneyi* L., *Nicotiana glutinosa* L., *Nicotiana repanda* L., *Nicotiana otophora*

L., *Nicotiana africana* L. itd.), a neke se sade kao ukrasne kulture (*Nicotiana alata* L., *Nicotiana longiflora* L., *Nicotiana affinis* L. itd.).

Duhan se uzgajao na američkom kontinentu 6000 godina pr. Krista, a stare su ga civilizacije počele iskorištavati 3000 godina pr. Krista (Borio, 1996.). Za pušenje (bez obzira na način) počeo se koristiti 2000 godine pr. Krista. Nađeni su i crteži starih Maya (1400 godina pr. Krista) na kojima svećenik puši u čast boga Sunca (sl. 3.). Pretpostavlja se da su Indijanci rabili deset vrsta suhog lišća za pušenje (jezikom Maya *zigar* - pušiti) uvijenog u komušinu kukuruza (*tabaco, acayetl*) ili u palmin list, pušili su u luli od trske, gline, drva ili krumpira, šmrkali (Haiti, Peru), žvakali (Venezuela) ili pili sok svježeg lista. Dimom duhana (*zig* u Maya; *yelt* u Azteka; *sayri* u Inka) koristili su se u vjerskim svečanostima. Tikvica ili mrežica za duhan bila je jedno od vladarskih znamenja i odličja uzvišenosti poglavica Maya. Biljku duhana nazivali su *cuz, kutz* i *quz*. U tikvice zvane *buz* i *bux* spremao se rezani ili mljeveni duhan zvan *zic* ili *zig*. Riječ *zicar* ili *zigar* značila je pušiti. Od te riječi najvjerojatnije potječe i španjolska riječ *cigarro* (u španjolskome je cvrčak *cigara*, *cigarron* je skakavac, a *cigarrol* ljetnikovac). Od španjolskog naziva *cigarro* potječe i francuski deminutiv *cigarette*, kao i današnji nazivi cigara i cigareta u većini jezika svijeta. Duhan su češće rabili za cigare, a mahorku za pušenje u luli.



Slika 3. Crtež starih Maya na kojemu svećenik puši u čast boga Sunca

Dana 12. listopada 1492. godine Španjolci (Kolumbo) prvi su put ugledali Indijance kako puše listove duhana zamotane u komušinu kukuruza ili u palmino lišće. Nakon otkrića Amerike duhan postaje najrasprostranjenija nejestiva uzgajana biljka. Danas se uzgaja u gotovo svim državama svijeta, od sjevera Europe (od Švedske) do juga Novog Zelanda.

Nijedna druga biljka nije tako jako utjecala na društveni, politički i ekonomski život svih naroda i država svijeta. Od religiozno-medicinske i pomodne biljke duhan je postao poljoprivredno-industrijska kultura velike ekonomske važnosti i efikasno sredstvo financijske politike. Osvrnut ćemo se samo na neke važnije povijesne događaje vezane za širenje duhana u svijetu.

Pretpostavlja se da je Kolumbo već sa svoga prvog putovanja u Ameriku donio duhan u Europu. Na svom drugom putovanju u Ameriku (1495. godine) zabilježio je da se duhanski prah šmrče u posebnim kućama na Haitiju. Prah su Indijanci ušmrkivali kroz rašljaste trstike, a duhanskim dimom su se koristili za zaštitu od komaraca.

Amerigo Vespucci (1499. godine) zabilježio je običaj žvakanja duhana u Venezueli i pušenje velikih cigara koje su uživatelji duhana pridržavali drvenim vilama u Brazilu, a P. A. Cabral (1500. godine) spominje ceremoniju pušenja lula u Brazilu. Nekoliko godina nakon otkrića Amerike zabilježeni su svi načini na koje duhan rabe Indijanci (pušenje cigara, lula, šmrkanje, žvakanje i pijenje svježeg soka od duhanskog lista).

Španjolci su 1518. godine počeli zamotavati duhanski list u papir i tako je nastao *cigaro de papel* (cigara u papiru) ili *cigaro de papelillo* (cigara u papiriću). U Francusku su te cigare prenesene kao *papelete*, i tu su promijenile ime u *cigarette* (mala cigara).

Duhan se počinje širiti i uzgajati diljem Južne Amerike (Meksiko, Brazil, Haiti, Kuba, Gvajana). Za širenje duhana u Europu zaslužan je francuski ambasador u Lisabonu Jean Nicot, po kojemu je ta vrsta dobila i ime. Oko 1560. godine zasađene su prve površine u Francuskoj, Belgiji i Nizozemskoj. Za to je bila zaslužna kraljica Katarina Medici. Duhan se širi i na područje Italije, a Mlečani ga prenose dalje na Bliski Istok. U



Japanu se duhan počinje uzgajati 1596., u Turskoj 1601., na Javi 1602., a u Indiji 1605. godine. Tada su mu pripisivali razna medikamentna svojstva (liječenje glavobolje, zubobolje, bubrežnih kamenaca, reume itd.).

Walter Raleigh preporučuje sadnju duhana i u novoosvojenim državama Sjeverne Amerike (Virginia). Zahvaljujući duhanu, uspio je peti pokušaj naseljavanja Virginije. Za to je zaslužan John Rolfe, suprug princeze Pocahontas. On je 1612. godine u Jamestownu u Virginiji uspio uzgojiti duhan za izvoz, najvjerojatnije sjemenom uvezenim iz Trinidada.

Međutim, nakon 1600. godine počinju i zabrane upotrebe duhana. Tako je engleska kraljica Elizabeta I. godine 1602. zabranila šmrkanje duhana u crkvi. Oduzimaju se burmutice, a uvodi se i taksa na duhan. Njezin nasljednik Jakov I 1604. godine zabranjuje pušenje. Povećao je takse na duhan. Za španjolski je duhan udvostručio taksu, a u Engleskoj je zabranio sadnju duhana. Ipak, duhan mu je donosio dobit i uvezio ga je iz Virginije. Protiv pušenja je i papa Urban VIII (1624.), sultan Murat IV Okrutni (1633.), ruski car Mihajlo (1641.) i perzijski šah Abas I.

Novčane kazne pretvaraju se u takse, porez i carinu. Venecija ih uvodi 1657., Dubrovačka Republika 1663., Vatikan i Portugal 1664., Austrija 1670., a Turska 1678. godine.

U Francuskoj se 1674. uvodi monopol na duhan. U sve više zemalja duhan postaje sredstvo za punjenje državne blagajne (Rusija i Španjolska 1730., Mađarska i Hrvatska 1851.).

Godine 1620. otvara se prva tvornica duhana za šmrkanje u Sevilji jer je šmrkanje duhana bila povlastica najviših slojeva u društvu. Proizvodi se fermentirani i aromatizirani prah duhana za šmrkanje. Istodobno, siromašni slojevi rabe duhan za žvakanje.

U to doba učestalije je pušenje lule jer je jednostavnije i jeftinije od izrade cigara. Lula se u početku radila od gline i drva, a kasnije od materijala zvanog stiva (magnezijev hidrosilikat). Nakon toga lule se počinju raditi i od korijena bijelog vrijeska (*briar*) te od

drвета oraha, trešnje, višnje i jasmina (*kamiš*). Kasnije se pojavljuje i vodena lula za pušenje duhana.

U 18. stoljeću sve se više širi proizvodnja cigara. Prve tvornice počinju raditi na Kubi (1717.), u Španjolskoj i Nizozemskoj (1720.), Njemačkoj (1788.), SAD-u (1810.) i Engleskoj (1840.).

Prve cigarete izrađivale su se od aromatiziranog duhana. Otkrićem sušenja duhana u sušarama (flue-cured duhan) u cigarete se umjesto aromatiziranog duhana sve češće stavlja virginijski tip duhana. Nastaje američka blend cigareta (mješavina virginijskoga, burleyskoga i marylandskog tipa duhana). Proizvodnju takvih cigareta ubrzava i izrada stroja za cigarete (1878.).

U duhanu je otkriven 1827. godine alkaloid nikotin.

Duhan sve više postaje objekt bioloških i genetičkih istraživanja. Prvi virus u svijetu otkriven je na duhanu (mozaik virusa duhana). Za to je otkriće Wendell Meredith Stanley 1946. godine dobio Nobelovu nagradu za kemiju.

U našim krajevima duhan se počeo uzgajati u 16. stoljeću. Godine 1571. uvedena je proizvodnja duhana na području đurđevačke regimente, i to sjemenom iz Italije. Graničari su imali pravo saditi duhan bez plaćanja takse. Propise o monopolu izdao je car Josip II. (1701. godine) i tada je država preuzela proizvodnju duhana. Nakon oslobođenja Slavonije od Turaka duhan se uzgajao u Baranji i Podravini. Počeo se izvoziti i u Austriju, Njemačku i Italiju. Godine 1771. u Hrvatskoj izlazi i prva knjiga o duhanu, a 1790. godine objavljena je druga. U 18. stoljeću otvaraju se manufakture duhana u Zagrebu, Varaždinu i Rijeci. Godine 1860. sve tvornice duhana u Hrvatskoj postaju državne, a 1865. počinje raditi Tvornica duhana u Zagrebu, u prostorijama današnjeg Rektorata Sveučilišta.

U Dalmaciji proizvodnja duhana počinje 1884. godine (Imotski i Vrgorac) te 1886. (Ston, Dubrovnik, Cavtat). Postojale su također duhanske stanice u Metkoviću, Sinju i Drnišu. Uzgajaju se domaće sorte duhana. Proizvodnja duhana na tom je području

rasla do 1960-ih godina nakon čega interes za duhan pada. Danas se u Dalmaciji više ne uzgaja duhan.

U Istri Talijani počinju uspješno saditi duhan 1923. godine. Proizvodnja se održala, kao i u Dalmaciji, do 1960-ih godina.

Godine 1954. u Zagrebu se osniva Duhanski institut, koji u proizvodnju uvodi duhan tipa virginia i burley, i to na području Podravine i Slavonije, gdje se i danas uzgajaju ti tipovi duhana. Prvo poduzeće za proizvodnju, otkup i obradu duhana osnovano je 1955. godine u Slatini, drugo je osnovano u Virovitici 1958., a treće u Pitomači 1960. godine. Kasnije je utemeljeno i poduzeće u Kutjebu. Ta su se poduzeća održala do danas, kao i Tvornica duhana u Rovinju. Svi oni posjeduju modernu tehnologiju za proizvodnju, otkup i obradu duhana, te suvremene laboratorije i postrojenja za kontrolu i proizvodnju cigareta prema domaćoj i stranoj licenci.

### 3. Proizvodnja, površine i prinosi duhana u svijetu i u nas

Prema procjenama FAO-a (2003.) proizvodnja duhana povećavat će se u desetogodišnjem razdoblju zbog rasta svjetske populacije i prihoda od prodaje duhana (tabl. 1.). U razvijenim državama svijeta smanjivat će se konzumacija duhanskih proizvoda (tabl. 2.). Nasuprot tome, porast će potrošnja duhanskih proizvoda u nerazvijenim državama svijeta.

Pretpostavlja se da će 2010. godine ukupna svjetska proizvodnja duhana biti oko 7 160 000 t. Od toga će se u Kini proizvoditi oko 2 972 500 t, u Indiji 685 400 t, u Brazilu 584 700 t, u SAD-u 526 800 t, u EU 300 900 t, u Zimbabveu 232 800 t, u Turskoj 268 800 t, u Indoneziji 119 600 t, itd. Od ukupne svjetske proizvodnje duhana konzumirat će se oko 7 151 500 t, i to najviše u Kini, oko 2 656 500 t, zatim u EU 690 000 t, u Indiji 563 800 t, u Rusiji 442 300 t, u SAD-u 433 800 t te u Brazilu 257 900 t.

Tablica 1. Proizvodnja duhanskog lista u 2000. godini i procjena proizvodnje za 2010. godinu, (u t.), (FAO, 2003.)

<b>Proizvodnja duhanskog lista</b>	<b>Stanje 2000. godine</b>	<b>Procjena za 2010. godinu</b>
svijet	6 137 700	7 160 000
Kina	2 298 800	2 972 500
Indija	595 400	685 400
Brazil	520 700	584 700
SAD	408 200	526 800
EU -15	314 500	300 900
Zimbabve	204 900	232 800
Turska	193 900	268 800
Indonezija	166 600	119 600
Rusija	116 800	70 000
Malavi	108 000	137 900

Tablica 2. Konzumacija duhana u razvijenim i nerazvijenim državama svijeta u 2000. godini i procjena konzumacije duhana za 2010. godinu, (u t.) (FAO, 2003.)

Konzumacija duhana	Stanje 2000. godine	Procjena za 2010. godinu
svijet	6 769 100	7 151 500
Kina	2 627 500	2 659 500
EU -15	724 100	690 600
Indija	470 300	563 800
Rusija	442 400	442 300
SAD	434 400	433 800
Brazil	202 500	257 900

Broj pušača trebao bi porasti s 1,1 milijardu (2000.) na 1,3 milijarde (2010.). To je oko 1,5% godišnje. Smanjit će se potrošnja duhanskih proizvoda po osobi s 1,6 kg/god. (2000.) na 1,4 kg/god. (2010.), zbog agresivne protupušačke kampanje, i to većinom u razvijenim državama svijeta.

Od duhanskih proizvoda najzastupljenija je cigareta. Oko 85% proizvodnje otpada na nju. Najviše je konzumenata cigareta u Kini. Pretpostavlja se da će u 2010. godini oko 71% konzumenata duhanskih proizvoda biti u nerazvijenim državama svijeta.

Danas se u svijetu duhan uzgaja u 100-tinjak država. Najveći proizvođači duhana su Kina, Indija, Brazil, SAD, Turska, Zimbabve i Malavi, koji čine oko 80% ukupne svjetske proizvodnje duhana. Samo na Kinu otpada oko 35% svjetske proizvodnje duhana.

Prema službenim podacima FAO-a (2004.) duhan se u svijetu uzgajao na 3 939 318 ha, s prosječnim prinomom duhanskog lista od 1 635 kg/ha i prosječnom svjetskom proizvodnjom od 6 442 637 t (tabl. 3.).

Najveće površine pod duhanom bile su u Aziji (2 501 398 ha), u Južnoj Americi (565 224 ha), Africi (378 742 ha), Europi (242 803 ha), Sjevernoj Americi (180 830 ha) i Australiji (3 000 ha). Kao što je vidljivo, duhan se danas uzgaja na svim kontinentima.

Tablica 3. Površine, prinosi i proizvodnja duhana u svijetu po kontinentima u 2004. godini (FAO, 2004.)

<b>Kontinent</b>	<b>Površina (ha)</b>	<b>Prinos (kg/ha)</b>	<b>Proizvodnja (t)</b>
svijet	3 939 318	1 635	6 442 637
Azija	2 501 398	1 581	3 956 239
Južna Amerika	565 224	1 992	1 126 101
Afrika	378 742	855	323 984
Europa	242 803	2 011	488 315
Sjeverna Amerika	180 830	2 440	441 240
Australija	3 000	2 000	6 000

Najveći prosječni prinos duhanskog lista postignut je u Sjevernoj Americi (2 440 kg/ha) i Europi (2 011 kg/ha). Izrazito nizak prinos duhanskog lista postignut je u Africi (samo 855 kg/ha).

Kao što se vidi iz priložene tablice, najveća proizvodnja duhanskog lista zabilježena je u Aziji (3 956 239 t), gdje čini više od polovice svjetske proizvodnje. Na drugom je mjestu Južna Amerika sa 1 126 101 t, a zatim Europa sa 488 315 t.

U Aziji su najveći proizvođači duhana Kina, Indija, Turska i Indonezija (tabl. 4.). Najveći prosječni prinos duhanskog lista ostvaren je u Kini (1 782 kg/ha) i veći je od prosječnoga svjetskog prinosa.

Tablica 4. Najveći proizvođači duhana u Aziji u 2004. godini (FAO, 2004.)

<b>Država</b>	<b>Površina (ha)</b>	<b>Prinos (kg/ha)</b>	<b>Proizvodnja (t)</b>
Kina	1 352 196	1 782	2 409 990
Indija	438 000	1 365	598 000
Turska	190 000	826	157 000
Indonezija	145 000	972	141 000

U Sjevernoj i Južnoj Americi duhan se najviše uzgaja u Brazilu, SAD-u, Argentini i Kubi (tabl. 5.). Najveći prinosi duhanskog lista dobiveni su u SAD-u (2 415 kg/ha).

Tablica 5. Najveći proizvođači duhana u Sjevernoj i Južnoj Americi u 2004. godini (FAO, 2004.)

<b>Država</b>	<b>Površina (ha)</b>	<b>Prinos (kg/ha)</b>	<b>Proizvodnja (t)</b>
Brazil	462 265	1 992	921 281
SAD	165 130	2 415	398 810
Argentina	66 000	1 787	118 000
Kuba	27 646	1 146	31 700

U Europi se duhan najviše uzgaja u Grčkoj, Bugarskoj, Italiji, Makedoniji, Poljskoj i Španjolskoj (tabl. 6.). Najveći prosječni prinosi duhanskog lista ostvareni su u Italiji (2 815 kg/ha) i Španjolskoj (2 717 kg/ha).

Duhan se u Europi uzgaja i u Rusiji, Ukrajini, Mađarskoj, Francuskoj, Njemačkoj, Rumunjskoj, Albaniji, Hrvatskoj, Srbiji te Bosni i Hercegovini, ali na površinama manjima od 10 000 ha.

Tablica 6. Najveći proizvođači duhana u Europi u 2004. godini (FAO, 2004.)

<b>Država</b>	<b>Površina (ha)</b>	<b>Prinos (kg/ha)</b>	<b>Proizvodnja (t)</b>
Grčka	56 006	2 267	127 000
Bugarska	47 149	1 475	69 569
Italija	36 500	2 815	102 765
Makedonija	17 716	1 193	21 140
Poljska	17 255	1 684	29 065
Španjolska	12 400	2 717	33 702

U Africi se duhan najviše uzgaja u Malaviju, Zimbabveu, Tanzaniji, Ugandi i Južnoafričkoj Republici (tabl. 7.). Najveći prinosi duhanskog lista ostvareni su u Južnoafričkoj Republici (2 654 kg/ha) i Ugandi (2 200 kg/ha).

U Hrvatskoj se u 2004. godini duhan uzgajao na oko 5 394 ha, s prosječnim prinomom od 1 890 kg/ha i proizvodnjom od 10 200 t (tabl. 8.). Više od 4 500 ha pod duhanom u Hrvatskoj zasađeno je duhanom tipa virginia, a ostatak duhanom tipa burley. Duhan tipa burley postiže veći prosječni prinos duhanskog lista (više od 2 500 kg/ha).

Tablica 7. Najveći proizvođači duhana u Africi u 2004. godini (FAO, 2004.)

<b>Država</b>	<b>Površina (ha)</b>	<b>Prinos (kg/ha)</b>	<b>Proizvodnja (t)</b>
Malavi	151 935	457	69 500
Zimbabve	40 000	1 558	62 320
Tanzanija	34 000	713	24 270
Uganda	15 000	2 200	33 000
Južnoafrička Republika	12 000	2 654	31 850

Tablica 8. Površine, prinosi i proizvodnja duhana u Hrvatskoj od 2000. do 2004. godine (FAO, 2004.)

<b>Godina</b>	<b>Površina (ha)</b>	<b>Prinos (kg/ha)</b>	<b>Proizvodnja (t)</b>
2000.	5 678	1 710	9 714
2001.	5 500	1 909	10 502
2002.	5 489	1 986	10 905
2003.	5 748	1 684	9 680
2004.	5 394	1 890	10 200

U Hrvatskoj se 1980-ih godina duhan uzgajao na oko 14 000 ha. Raspadom Jugoslavije površine pod duhanom se smanjuju i danas se kreću između 5 000 i 6 000 ha, što je dostatno za potrebe domaće duhanske industrije.



## 4. Podjela duhana na tipove

Uživanje u duhanu moguće je na različite načine (pušenjem, žvakanjem, ušmrkivanjem), a mijenjalo se stoljećima (različiti okusi duhana mijenjali su se kao i modni trendovi). To je bilo moguće zahvaljujući izrazitoj plastičnosti duhana. Duhan se dijeli na tipove, podtipove i sorte.

Prema boji suhog lista duhan se dijeli na svjetli i tamni. To nije samo podjela se obzirom na boju listova, već i na duhan različite kvalitete lista za konzumaciju. Svjetli se duhan više upotrebljava u cigaretama, a tamni u cigarama, lulama te za žvakanje i ušmrkivanje. Najpoznatiji je predstavnik svijetlog duhana virginijski tip. Svjetlom duhanu pripadaju i orijentalni i poluorijentalni tipovi duhana, kao i američki burleyski duhan.

Prema kemijskoj reakciji dima, duhani se dijele na kisele i alkalne. Kiseli duhani imaju više ugljikohidrata, koji pri izgaranju daju kiselu karboksilnu grupu, a alkalni imaju više dušičnih tvari, posebice bjelančevina i nikotina, koji pri izgaranju duhanskom dimu daju alkalnu reakciju. U skupinu kiselih duhana pripadaju svjetli cigaretni duhani (svijetla virginija i orijentalni duhan), a u skupinu duhana alkalne reakcije ubrajaju se duhani sušeni na zraku (burley i maryland), duhani sušeni iznad otvorene vatre i cigarni duhani. Kvaliteta kiselih duhana povećava se sa smanjenjem pH samo do određene granice, kao što kvaliteta alkalnih duhana raste s porastom pH do određene granice, nakon čega se počne pogoršavati.

Glede izražajnosti arome, postoje aromatični i nearomatični duhani. Pod pojmom aromatičnih duhana obično se misli na orijentalne duhane. Međutim, i neki krupnolisni duhani uzgajani u određenim uvjetima mogu imati izraženu aromu. Takvi su virginijski duhani iz SAD-a i Zimbabvea te neki cigarni duhani. Svi orijentalni duhani nisu ujedno i aromatični, pa se dijele na aromatične i dopunske. Aromatični duhani sadržavaju eterična ulja i druge aromatične tvari, zbog čega su im listovi nakon sušenja mirisavi, a pri pušenju su izrazito aromatični.

Jedna od podjela duhana jest i podjela prema načinu sušenja lista:

- duhani sušeni toplim zrakom u posebno konstruiranim sušnicama (flue-cured)
- duhani sušeni na zraku (air-cured)
- duhani sušeni na suncu (sun-cured)
- duhani sušeni iznad otvorene vatre (fire-cured).

Metode sušenja mogu biti i kombinirane. Primjerice, fire-cured duhan koji raste u Africi može se najprije sušiti uz pomoć zraka, a tek na kraju iznad otvorene vatre. Kvaliteta lista je, među ostalim, sortno svojstvo. Međutim, na nju djeluju agrotehnika, klima i tlo. Načinom sušenja iz duhanskog se lista nastoji dobiti najbolja kvaliteta lista neke sorte u određenim klimatskim uvjetima i primjenom određene agrotehnike. Utjecaj klime i tla može biti presudan za kvalitetu lista (mikroklimatski uvjeti), kao i primijenjena agrotehnika. Ako se, primjerice, orijentalni tip duhana uzgaja kao flue-cured duhan ne postiže se zadovoljavajuća kvaliteta lista za upotrebu u cigaretama. Jednako tako se uzgojem flue-cured duhana u klimatskim uvjetima u kojima se uzgaja fire-cured duhan ne dobiva karakteristična kvaliteta lista flue-cured duhana.

#### **4.1. Duhani sušeni toplim zrakom u sušnicama (flue-cured)**

Najrasprostranjeniji tip duhana u svijetu je flue-cured duhan. Oko 60% ukupne svjetske proizvodnje otpada na taj tip duhana. Duhani tipa svijetla virginia i amarelo suše se u posebno konstruiranim sušnicama strujanjem toplog zraka (brzo sušenje). Godine 1893. u SAD-u je započelo sušenje duhana na taj način. Uveo ga je farmer Abisha Slade u Sjevernoj Karolini. Postupak sušenja je modificiran i prilagođen sušenju spomenutih tipova duhana. O samom postupku sušenja bit će više riječi u poglavlju *Sušenje duhana*. Na taj se način postiže ujednačena zlatnožuta boja osušenih listova (sprečava se oksidacija fenolnih spojeva, sl. 4.). Škrob se pretvara u šećere, koji ne hidroliziraju, i u listu ostaju nepromijenjena prirodna ulja. Prema tome, tekstura lista ostaje elastična. Flue-cured duhani bogati su reducirajućim šećerima (15 do 25%), koji ublažavaju i neutraliziraju gorčinu dima, a siromašni su ukupnim dušikom (2 do 3%). Aroma, jačina duhana i svojstva dima poboljšavaju se od baze prema vrhu biljke. U načelu, tom tipu duhana tijekom uzgoja treba zalamanati vegetacijski vrh, a kvalitativna svojstva i upotrebljivost zalamanoga i nezalamanog duhana su različita. Najkvalitetniji su listovi gornje sredine, koji su pri pušenju sladunjavi, ugodne arome, fiziološki blagoga do jakog

okusa. Taj se tip duhana ne podvrgava fermentaciji već se obrada provodi ponovnim sušenjem (*redryingom*), nakon čega duhan kvalitativno dozrijeva u procesu odležavanja (*ageinga*).

Za postizanje dobre kvalitete lista flue-cured duhana potrebna su nešto pjeskovitija tla, srednja dnevna temperatura zraka između 21 i 27 °C te osrednja količina oborina.

Najviše se uzgajaju u SAD-u (u Sjevernoj i Južnoj Karolini, Georgiji i Virginiji), u Kini, Brazilu, Kanadi, Zimbabveu, Japanu, na Filipinima i u Italiji. Glavnina proizvodnje duhana u Hrvatskoj otpada na taj tip duhana.



Slika 4. Osušeni listovi flue-cured duhana

Flue-cured duhani najviše se upotrebljavaju kao sastojak u mješavinama cigareta (blend cigarete). Nešto teži i tamniji listovi duhana (narančasti do boje mahagonija) s vrhova biljke služe za dobivanje mješavina za lule.

#### 4.2. Duhani sušeni na zraku (air-cured)

Listovi air-cured duhana suše se vanjskim zrakom i ne smiju biti izloženi izravnim Sunčevim zrakama. Katkad se to sušenje stimulira i umjetnim sušenjem (ventilatorima) da bi se ujednačili uvjeti sušenja i skratilo razdoblje sušenja. Listovi sušeni na taj način dobivaju tamnu čokoladnu boju (oksidacija fenolnih spojeva, sl. 5.). Kako to sušenje traje vrlo dugo, šećeri hidroliziraju i na kraju sušenja u listovima ih

gotovo nema. Usto, air-cured duhani bogati su dušičnim spojevima i imaju alkalnu reakciju dima. Za postizanje dobre kvalitete lista sade se na nešto težim tlima bogatim organskom tvari. Air-cured duhani dijele se na svijetle (*light*), tamne (*dark*) i cigarne duhane (*cigar*).

Najpoznatiji svijetli tipovi duhana su burley i maryland. Domovina burleya je američka država Kentucky. Navedeni se duhani upotrebljavaju kao sastojci u mješavinama cigareta, a katkad i u mješavinama za lule. Burley u cigareti ima zadaću upijanja sosova. Taj tip duhana najviše se uzgaja u SAD-u, Malaviju, Kanadi, Italiji, Španjolskoj, Japanu, Meksiku i u Centralnoj Africi. Oko 12% svjetske proizvodnje otpada na taj tip duhana. U Hrvatskoj se uz virginijski tip duhana uzgaja i burleyski tip duhana.



Slika 5. Osušeni listovi svijetlog air-cured duhana

Tamni tipovi duhana uzgajaju se radi dobivanja teškoga i tamnog lista jakog okusa. Većina se tamnih duhana fermentira, što im daje drugačije upotrebne vrijednosti od ostalih duhana koji se suše na sličan način. Tako su u SAD-u najpoznatiji one sucker i green river. Ti se tipovi duhana rabe za proizvodnju tamnih cigareta, duhana za žvakanje, šmrkanje i mješavine za lule. Oko 13% svjetske proizvodnje otpada na taj tip duhana.

Cigarni se duhani dijele na duhan (listove) za punjenje (uložak, *filler*), povoj (*binder*) i omot (*wrapper*). U sredini cigare nalazi se punjač, koji omotava povoj, a na vrhu je omot. Svi ti listovi moraju posjedovati određena svojstva. List za punjač mora imati sva svojstva koja su potrebna za određenu aromu i okus cigare (lokalna aroma i

okus – tradicija). Taj tip lista najviše se uzgaja u SAD-u, Indoneziji i Kubi. List za povoj treba biti tanji, većih dimenzija i elastičan (daje čvrstoću i oblik). Uzgaja se na srednje teškim tlima, uz visoku relativnu vlagu zraka, koja omogućuje brz rast biljke. Mora se voditi briga i o pretkulturi. I list za omot zahtijeva jednake uvjete rasta i razvoja kao i povoj. Važni su dobivena boja lista, aroma i okus (kao i modni trendovi). Taj list daje cigari vanjsko obilježje. Najbolji su uvjeti za razvoj tog lista duboka tla bogata organskom tvari i visoka relativna vlaga zraka. Primjerice, odlična su vulkanska tla Sumatre, tropski otoci na kojima je oblačno i česti su jaki pljuskovi. U novije se vrijeme nasadi za proizvodnju lista za omot umjetno zasjenjuju (pamukom ili plastikom) da se dobije što bolja kvaliteta lista (sl. 6.). Cigarni se duhani fermentiraju, a zbog specifične namjene fermentacija tih duhana mora se pažljivo provesti.

Taj se tip lista najviše uzgaja u SAD-u (Connecticut, Florida, Massachusetts, Pennsylvania, Ohio i Wisconsin), na Filipinima, u Brazilu, Portoriku, Dominikanskoj Republici, Kolumbiji, Burmi i Jamajki.



Slika 6. Umjetno zasjenjivanje cigarnih duhana

U te tipove duhana možemo ubrojiti i perique air-cured duhane, koji se upotrebljavaju u mješavinama za lule, i lokalne air-cured duhane, koji služe za različite namjene. Perique air-cured duhani potječu iz Louisiane i pripadaju najaromatičnijim duhanima. Fermentacija se provodi još dok su zeleni i tijekom sušenja.

### 4.3. Duhani sušeni na suncu (sun-cured)

U zemljama s dugim sunčanim razdobljima i jakim suncem prirodno je da se listovi duhana suše na suncu (sl. 7.). Prva dva do tri dana nakon berbe ne izlažu se izravnoj Sunčevoj svjetlosti. Boja osušenih listova je svjetložuta (boja limuna). Ako se postigne tamnija boja, ona je rezultat oksidacije ulja u listu, a ne fenolne oksidacije. Koncentracija šećera u listu je visoka, a nikotina i dušika niska.

Taj tip duhana dijeli se na orijentalni, poluorijentalni i virginia sun-cured tip. Orijentalni duhani imaju jaku aromu lista zahvaljujući eteričnim uljima (smolama) u listu, lakšim tlima bogatim kalcijem, na kojima se uzgajaju te suhoj i sunčanoj klimi (Mediteran). Imaju kiselu do neutralnu reakciju dima. Orijentalni se duhani obrađuju sustavom tonga manipulacije i obvezno prolaze fermentaciju. Najkvalitetniji listovi orijentalnih duhana proizvode se u Grčkoj, Turskoj, Bugarskoj, Makedoniji, južnoj Italiji i Libanonu.

Najpoznatiji svijetli i tamni tipovi orijentalnog duhana su basma i bashi-bagli, a poluorijentalnog levantian, herzgovinian. Upotrebljavaju se kao sastojci za mješavine cigareta i lula. Virginia sun-cured tip duhana manjim se dijelom uzgaja u SAD-u i Malaviju. Taj se duhan duboko zalama i odlikuje se visokim sadržajem nikotina i posebnom aromom. Oko 10% svjetske proizvodnje otpada na sun-cured duhane.



Slika 7. Sušenje orijentalnog duhana na suncu

#### **4.4. Duhani sušeni iznad otvorene vatre (fire-cured)**

Smatra se da se duhanski list sušen iznad otvorene vatre bolje čuva i da list poprima miris drva iznad kojega se suši. Taj način sušenja dugo traje, kao i sušenje na zraku. Osušeni je list tamne boje, kao i list osušen na zraku. Čak je i tamniji zahvaljujući dimu. Listovi sušeni na taj način teški su, uljasti, dobre teksture i jakog mirisa (miris drveta). Za dobivanje te kvalitete lista duhan se mora uzgajati na težim tlima i pri visokoj temperaturi, te srednjoj količini oborina. Listovi duhana bogati su dušikom.

Taj tip duhana najviše se uzgaja u SAD-u (Virginia, Tennessee i Kentucky), Malaviju, Italiji, Poljskoj, Tanzaniji i Ugandi i čini samo 1,4% svjetske proizvodnje duhana. Na taj se način suši tamna virginia, koja služi za šmrkanje, žvakanje i kao mješavina za lule.

Tako se može sušiti i orijentalni tip duhana latakia, koja se proizvodi na Cipru i u Siriji.

## 5. Gospodarska važnost duhana

Duhan se uzgaja zbog lista koji se upotrebljava za pušenje (cigarete, cigare, duhan za lulu), ušmrkivanje (burmut) ili žvakanje. Uživa se zbog specifičnoga i kompleksnoga fiziološkog djelovanja sastojaka lista (nikotina, eteričnih ulja, smola...) na čovjekov centralni živčani sustav. U malim količinama izaziva smirenje, a u velikima razdražuje. Čovjek puši radi užitka, zadovoljenja ovisnosti o nikotinu, ritualnih i socijalnih razloga te za "samoizlječenje".

Više kancerogenih tvari u duhanskom listu uzrokuje rak pluća, infarkt srca, čir, kronični bronhitis, rak usne šupljine i grla. Na svim duhanskim proizvodima danas treba biti oznaka o štetnosti pušenja (sl. 8.).



Slika 8. Cigaretne kutije marke Ronhill s grafičkim upozorenjem o štetnosti pušenja

Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije od posljedica pušenja u svijetu je u 20. stoljeću umrlo oko 100 milijuna ljudi. Pretpostavlja se da će se taj broj u 21. stoljeću popeti na čak 1 milijardu (FAO, 2003.)

Jednako tako, kupci duhanskih proizvoda ne smiju biti osobe mlađe od 18 godina (SAD, Kanada, Europa, Australija, Novi Zeland). Pri kupnji se moraju legitimirati, bez obzira na to kupuju li duhanske proizvode u trgovini, na kiosku ili na aparatu. Jedan od takvih aparata za prodaju duhanskih proizvoda u Austriji prikazuje slika 9. Na slici 10. je trgovina s cigaretama u zatvorenim policama u Australiji.





Slika 9. Aparat za kupnju duhanskih proizvoda u Austriji



Slika 10. Prodavaonica duhanskih proizvoda u Australiji

Od duhanskih proizvoda u svijetu se najviše konzumiraju cigarete (sl. 11. i 12), koje sadržavaju osušeni i fino izrezani duhanski list kojem se dodaju aditivi. Cigarete mogu biti s filtrom ili bez njega. Danas je u upotrebi više tipova cigareta. Najpoznatija je američka blend cigareta (više tipova duhana u mješavini – virginia, 40-75%; burley, 14-45%; maryland, 1-5%; orijentalni duhani, 5-15% i homogenizirani duhan, 5-20%, zatim orijentalna, virginijska (engleska), tamna (crna), papiros i pikadura (kubanska). Po obliku mogu biti okrugle i ovalne, a po sadržaju nikotina i kondenzata jake, lagane i izrazito lagane. Cigareta je omotana papirom dužine do 120 mm i širine 10 mm. Duhanski je papir porozan i omogućuje ventilaciju cigarete te sadržava materijale koji omogućuju nesmetano gorenje cigarete i stabilnost proizvedenog pepela (sl. 13.). U pušenju mora biti neutralnog okusa, bez nitrata i fiziološki neugodnih produkata izgaranja. Osnova za proizvodnju cigaretnog papira jest bijeljena celuloza od slame, konoplje, lana i kenafa. Cigaretni papir može bit ravan, grub i rebrast.

Za razliku od cigareta, cigare se dobivaju od tri vrte lista duhana koji se ne omotava cigaretnim papirom (sl. 14.). Punjač daje okus i aromu, povoj čvrstoću i oblik, a omot izgled i dizajn cigare. Za omot služi najkvalitetniji cigarni list nježne i tanke nervature, toliko velik da polovica lista može omotati cigaru bez mehaničkog oštećenja. Spremaju se u posebne kutije (sl. 15.). Najkvalitetnije cigare proizvode se ručno (sl. 16.) i moraju se adekvatno uskladištiti da ne izgube aromu i ostala svojstva. Aromu cigare mnogi poistovjećuju s vinom i konjakom. Cigare mogu biti različite veličine i oblika.

Dužina im je oko 12 do 13 cm. Najpoznatiji oblik cigare je *pajero* (Corona i Panatelas) i *figurado* (Torpedo, Pyramid, Perfecto, Presidente, Culebras, Tuscanian). Postoje i male cigare. Dijele se i prema kvaliteti, podrijetlu, okusu, boji i sadržaju nikotina. U svijetu su najpoznatije kubanske cigare (sl. 17. i 18.).



Slika 11. Cigareta omotana papirom



Slika 12. Sadržaj cigarete



Slika 13. Izgaranje cigarete

Duhani za mješavine namijenjene lulama rezani su duhani najmanje širine 1,5 mm i dužine vlakna 1,5-5 mm (sl. 19. ). Ovisno o okusu i sastavu, mješavine za lule dijele se na američke, engleske, nizozemske i njemačke. Većina se mješavina sosira i umjetno aromatizira, a često im se dodaju i omekšivači radi održavanja vlage.



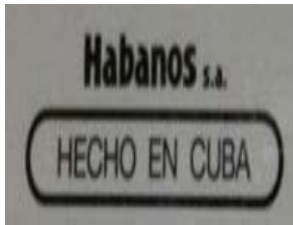
Slika 14. Cigare različitih proizvođača



Slika 15. Tuljci za spremanje cigara



Slika 16. Ručna proizvodnja cigara



Slika 17. Habanos cigare



Slika 18. Habanos cigare izrađene ručno

Duhani za žvakanje (sl. 20.) dijele se na smotak – uvijenu rolu (*twist*), uložak (*plug*) i sitnjavinu (*scrap*). Uvijena je rola najstariji oblik duhana za žvakanje. Suše se kao i duhani za cigarete, ali u obliku smotka. Komadić suhog lista odreže se i žvače. Nisu jako slatki, pa se aromatiziraju sa viskijem, rumom, trešnjom itd. Uložak se nakon sušenja preša u sladak sirup (ručno ili strojno). Nakon prešanja ti se duhani režu i žvaču. Sitnjavina se obično prodaje u vrećicama.

Na slikama 21. i 22. različiti su oblici lula za pušenje.

Duhani za ušmrkivanje samljeveni su u prah i dodatno se aromatiziraju. Nakon iziljavanja prskaju se posebnim sosovima i zbijaju u bačve ili kutije u kojima fermentiraju. Fermentacija obično traje 6 do 12 mjeseci. Koriste se jednu do dvije godine nakon fermentacije. Postoje u različitim verzijama, primjerice, kao duhan za umakanje

(*dipping tobacco* - sl. 23.), burmut (*snuff tobacco* - sl. 24.) i oralni burmut (*snus tobacco* - sl. 25.).



Slika 19. Mješavine duhana za lule



Slika 20. Duhan za žvakanje



Slika 21. Lule za pušenje



Slika 22. Lula za pušenje

Iz listova duhana dobiva se čisti nikotin, koji služi kao sirovina u farmaceutskoj industriji. U listovima ima i dosta organskih kiselina (jabučne, limunske), osobito u vrsti *Nicotiana rustica* L. Upotrebljavaju se u prehrambenoj industriji kao aditivi.

Iz sjemena duhana dobiva se cijenjeno tehničko ulje za proizvodnju boja, lakova i sapuna.

Cvjetovi služe kao sirovina u industriji parfema. Stabljike se mogu iskoristiti za izradu celuloze i papira.



Slika 23. Duhan za umakanje



Slika 24. Burmut



Slika 25. Oralni burmut

Kao intenzivna okopavina, duhan smanjuje zakorovljenost i dobar je predusjev za strne žitarice.

Ima važno mjesto u svjetskom gospodarstvu. U duhanskoj proizvodnji i preradi zapošljava se velik broj radnika. I mnoge druge industrije (industrija ambalaže, platna, konopa, kartona, papira za cigarete, strojeva za proizvodnju, obradu i preradu duhana) ovise o njoj.

Duhan je važan trgovački proizvod i sve zemlje u svijetu zainteresirane su za trgovinu duhanskim proizvodima. Neke od njih svoje gospodarstvo baziraju na toj industriji (Turska, Grčka, Bugarska).

Duhan danas u državnim proračunima pojedinih zemalja sudjeluje sa 6-20%.

## 6. Morfološka svojstva duhana

### 6.1. Korijen

Korijen duhana je dvovrstan. Najprije se formira glavni vretenasti korijen, koji nakon presađivanja duhana u polje puca. Iz njega zatim izbija plitko postrano korijenje koje preuzima ulogu glavnog korijena (sl. 26.). Ima osrednju moć upijanja vode i usvajanja hraniva. Rasprostire se u širinu do 1 m.



Slika 26. Korijen duhana

### 6.2. Stabljika

Stabljika duhana je zeljasta i podijeljena na nodije i internodije (sl. 27. i 28.). Dužina internodija sortno je svojstvo. Selekcijom duhana nastoje se razviti niži kultivari s kraćim internodijima i većim brojem listova. Stabljika naraste, ovisno o tipu duhana, ekološkim uvjetima, ali i intezitetu agrotehnike, između 0,5 i 3 m visoko. Visina stabljike mjeri se od baze do vrha procvjetale biljke.

Duhan može imati valjkasti, elipsoidni, dvostruko konusni, konusni i obrnuto konusni habitus (sl. 29. 30. i 31.).



Slika 27. Stabljika duhana - nodiji i internodiji - virginia



Slika 28. Stabljika duhana - nodiji i internodiji - burley



Slika 29. Elipsoidni habitus



Slika 30. Valjkasti habitus



Slika 31. Konusni habitus

Nakon odstranjivanja cvatnog vrha iz pazuška svakog lista, u kojima su smješteni cvjetni pupovi, mogu izbijati postrane grane (zaperci). To je štetna pojava. S obzirom na razvoj zaperaka razlikuju se: biljke bez zaperaka u vrijeme zriobe lista, biljke osrednjeg

razvoja zaperaka samo u gornjem dijelu stabljike, biljke jakog razvoja zaperaka samo u gornjem dijelu stabljike, jači razvoj zaperaka na cijeloj biljci i vrlo jak razvoj zaperaka na cijeloj biljci.

Stabljika duhana naziva se još i *struk*.

### 6.3. List

Listovi su na stabljici duhana naizmjenično smješteni. Ovisno o tipu duhana i kultivaru, postoje različiti oblici plojke, vrha i baze listova, različite površine i nervature plojke, različite veličine listova, različite nijanse boje listova itd. List po obliku može biti okrugao, eliptičan, ovalan, obrnuto ovalan i kopljast. Za svaki tip duhana postoji najpovoljniji oblik. Za virginijski tip to je izduženi list s odnosom dužine i širine od 1,5 do 2 i naboranom površinom, a za burley to je nešto širi list ravne površine. Široki list obično ima i drugačiji kemijski sastav nego uski. Baza lista može biti srcolika, okrugla, eliptična, s obraslom drškom i izraženim ušima. Vrh lista može biti vrlo zašiljen i izdužen, lagano zaobljen, s dugim istaknutim vrhom, s tupim vrhom, zaobljen, s malim zašiljenim vrhom i zaobljenim vrhom. Površina lista može biti ravna, malo naborana, smežurana, klobučasta i valovita. List na stabljici može biti uspravan, neznatno ukošen, kos, savijen i vodoravan do obješen. Plojke lista mogu biti ravne i nepravilne, s konkavnim ili konveksnim listom. Nervatura lista može biti vrlo nježna, nježna, srednje izražena, gruba i vrlo gruba. Boja lista može biti žuta, žućkastozelena, svijetlozelena, jako zelena i modroz zelena. Srednja žila može biti bjeličasta, žuta i zelena.

Na biljci duhana može se formirati od 10-ak do 40-ak listova. Zbog različite kvalitete listovi su podijeljeni u skupine (branja ili insercije, sl. 32.): podbir (10%), nadpodbir (15%), srednji listovi (45%, sl. 33.), podovršak (20%) i ovršak (10%). Pojedine se insercije sastoje od 2 do 4 lista (podbir, nadpodbir, podovršak i ovršak), a pojedine insercije od 6 do 10 listova (srednji listovi).

Prema veličini listova postoje krupnolisni duhani (američki tipovi - dužina lista 25-70 cm) i sitnolisni duhani (orijentalni - dužina lista 15-20 cm). Na biljci se mjeri najdulji list. Odnos dužine i širine lista mjeri se na najvećem listu. Može se kretati od



1,50 do 2,55 u krupnolisnih duhana. U krupnolisnih duhana najkvalitetniji su srednji listovi i podovršak, a u sitnolisnih su to vršni listovi. Listovi zaperaka se odstranjuju.

U poprečnom presjeku list duhana građen je od epiderme, koja obavija list, mezofila (palisadno spužvasto tkivo i parenhim) i provodnih žila. Stijenke vanjskih stanica su zadebljale i tvore kutikulu koja je prekrivena dlačicama. Postoje dvije vrste dlačica: 1. dlačice za transpiraciju i 2. žljezdaste dlačice koje mogu biti razgranate i nerazgranate. Što list ima više žljezdastih dlačica, to je kvalitetniji jer one sadržavaju smole i eterična ulja.



Slika 32. Branja ili insercije listova duhana



Slika 33. Srednji list na biljci duhana

## 6.4. Cvijet

Cvjetovi duhana pojavljuju se pojedinačno na biljci, a mogu biti i skupljeni u cvat (štitac). Cvat duhana može biti okruglast, valjkast, poluloptast, heksagonalan i u obliku obrnutog stošca.

Prema razvijenosti, cvat može biti vrlo rastresit, jako razgranat, rastresit, osrednje razvijen i nerazvijen (sl. 34. 35. i 36.).



Slika 34. Okruglasta cvat



Slika 35. Heksagonalna cvat



Slika 36. Poluloptasta cvat

Cvijet može biti cjevast, u obliku kupe, lagano zvonast, jako zvonast i u obliku pehara. Građen je od pet međusobno sraslih lapova, pet sraslih latica, pet prašnika i tučka (sl. 37.). Dužina cvijeta varira od vrlo kratkoga (do 20 cm), pa do izrazito dugoga (od 90 cm). Vjenčić može biti vrlo urezan, sa zašiljenim laticama, s laticama u obliku krila te uglast i zaobljen. Latice mogu biti bijele, zelenkastožute, žute, ružičaste, tamnoružičaste, crvene, tamnocrvene, purpurno crvene i ljubičaste (sl. 38. 39. 40.).



Slika 37. Cvijet duhana



Slika 38. Tamnoružičaste latice



Slika 39. Ružičaste latice



Slika 40. Žute latice

Duhan je samooplodna kultura.

## 6.5. Plod i sjeme

Plod duhana je tobolac (sl. 41.). Može biti vrlo uzak (jako zašiljen), uzak (zašiljen), zašiljen do ovalan, ovalan i okrugao. Pregrađen je u dva dijela i kad sazrije, pukne (sl. 42.). Plod može biti sterilan, sa samo nekoliko sjemenki, s manjom količinom sjemenki, s normalnom količinom sjemenki i s velikom količinom sjemenki.

Sjeme je sitno, okruglo i smeđe (sl. 43.). U jednom gramu ima od 10 000 do 15 000 sjemenki. S jedne biljke može se dobiti i do 50 g sjemena. Masa 1000 sjemenki iznosi od 0,07 do 0,1 g.

U sjemenkama duhana ima od 36 do 40% ulja. U zreлом sjemenu nema nikotina, premda je prema nekim istraživanjima nađen u zelenome, nedozreлом sjemenu.

Za proizvodnju duhana vrlo je bitna kvaliteta sjemena. Utvrđeno je da krupnije sjeme brže klija, a razlike u klijanju od nekoliko dana imaju utjecaja na kasniji razvoj biljaka. Sjeme duhana može dosta dugo zadržati kljivost. Kvalitetno i pravilno skladišteno sjeme može se bez bojazni upotrebljavati 5-7 godina nakon berbe. Skladišteno u odgovarajućem skladištu, uz sadržaj vlage od 5 do 6%, uz temperaturu od - 3° do - 5°C i relativnu vlagu od 10 do 12% održat će vijabilnost dulje od 70 godina.



Slika 41. Tobolac duhana na biljci



Slika 42. Tobolac pojedinačno



Slika 43. Sjeme duhana – pilirano i naturalno

## 7. Biološka svojstva duhana

U svom biološkom ciklusu biljka duhana prolazi kroz faze rasta i razvoja u rasadniku (hidroponima) i u polju. Tijekom rasta i razvoja u rasadniku biljka prolazi proces klijanja sjemena i nicanje te ukorjenjivanje i formiranje presadnica. Nakon presađivanja u polje biljka se ukorjenjuje, formira, cvate i na njoj se formiraju i sazrijevaju sjeme i listovi.

### 7.1. Faze razvoja u rasadniku

#### 7.1.1. Klijanje sjemena

Klijanje sjemena dijeli se na fazu bubrenja, pripremno razdoblje i stvarno klijanje. Sjeme intenzivno upija vlagu. Kada je upije oko 30% ta podfaza završava (pri temperaturi od 25 do 28 °C za 18 do 20 sati). U nabubrenom sjemenu složeniji se kemijski spojevi raspadaju na jednostavnije, koje će sjeme iskoristiti u svojoj heterotrofičnoj ishrani. Sjeme upija do 65% vlage za 24 do 36 sati. Na kraju sjemenska opna puca i korjenčić embrija izlazi na površinu sjemena.

#### 7.1.2. Nicanje

Nicanje počinje završetkom klijanja, a završava pojavom kotiledonskih listića iznad površine tla (sl. 44.). Biljčicama se treba osigurati dovoljna količina vode zbog izrazito slabo razvijenog korijenova sustava. Nicanje duhana obično traje do 12 dana. U našim uzgojnim uvjetima duhan obično niče u drugoj polovici ožujka.



Slika 44. Nicanje duhana u hidroponima

### 7.1.3. Ukorjenjivanje presadnica

Ukorjenjivanje presadnica duhana počinje formiranjem trećeg listića i traje oko 15 dana. Formiraju se dva nova listića, koja su veličine kotiledonskih listića i zauzimaju vodoravan položaj prema kotiledonskim listićima, čineći oblik križa (sl. 45.). Korijenov se sustav počinje intenzivnije izgrađivati. Sve se to zbiva u našim uzgojnim uvjetima početkom travnja.



Slika 45. Presadnica duhana u fazi ukorjenjivanja u hidroponima

### 7.1.4. Formiranje presadnica

Nakon završetka ukorjenjivanja presadnica duhana počinje intenzivan rast i razvoj biljaka, koje unutar mjesec dana dosežu veličinu potrebnu za presađivanje u polje (sl. 46.). Duhan se presađuje u polje u drugoj polovici svibnja.



Slika 46. Formiranje presadnica duhana šišanjem u hidroponima

## 7.2. Faze razvoja u polju

### 7.2.1. Ukorjenjivanje duhana u polju

Duhan se presađuje u polje. Biljka duhana ukorjenjuje se oko 3 do 4 tjedna i nakon toga počinje intenzivno rasti (sl. 47. i 48.). Do druge polovice lipnja formira se sekundarni korijenov sustav. Primjenom nove tehnologije u proizvodnji presadnica (plutajući sustav – *float tray system*) biljke se nakon presađivanja brže razvijaju i vegetacija se skraćuje i do 10 dana.

### 7.2.2. Formiranje biljke

Nakon ukorjenjivanja duhan počinje intenzivno rasti i formirati lisni „aparat“. Najveći porast stabljike i listova duhana u našim se uzgojnim uvjetima događa između 10. i 25. srpnja. Tijekom te faze formiraju se svi listovi na biljci (sl. 49.), a na vrhu se pojavljuje pup (sl. 50.). Biljka ulazi u fazu butonizacije.



Slika 47. Ukorjenjivanje duhana u polju  
- burley



Slika 48. Ukorjenjivanje duhana u polju -  
virginia

### 7.2.3. Cvjetanje

Desetak dana nakon butonizacije pojavljuje se terminalni (vršni) pup, koji se prvi i otvori (sl. 51.). Nakon toga počinju se otvarati i ostali cvjetovi. Duhan cvate od središta prema rubovima (sl. 52.). Cvatnja traje vrlo dugo (do 60 dana), ovisno o vremenskim

uvjetima (obično od 20. srpnja do kraja rujna). Sa pojavom obojenih lamela cvijet je spreman za oplodnju.



Slika 49. Formiranje svih listova duhana i ulazak biljke u fazu butonizacije - burley



Slika 50. Formiranje svih listova duhana i ulazak biljke u fazu butonizacije - virginia



Slika 51. Pojava prvog pupa



Slika 52. Cvatnja duhana



### 7.2.4. Formiranje i sazrijevanje sjemena

Formiranje i sazrijevanje sjemena počinje oplodnjom i traje, kao i cvatnja, do pojave prvih jesenskih mrazova (sl. 53. i 54.). Optimalne su temperature za sazrijevanje sjemena između 22 i 28 °C. Tada nastaje i najkvalitetnije sjeme.



Slika 53. Formiranje sjemena



Slika 54. Sazrijevanje sjemena

### 7.2.5. Formiranje i sazrijevanje listova

Formiranje listova počinje s pojavom lisnog začetka u konusu rasta. Nakon dva tjedna pojavljuje se mladi list, koji intenzivno raste do mjesec dana (rast se ostvaruje povećanjem broja stanica). Nakon toga list umjereno raste (rast se postiže povećanjem dimenzija stanica). Nakon završenog rasta životna se aktivnost lista produljuje još mjesec dana, a nakon toga prestane. Prema tome, ukupna aktivnost lista traje između 60 i 75 dana.

Starenjem listovi gube vododržnost i narušava se normalna opskrba vodom. U listovima se raspadaju složene organske tvari (tvari od kojih je izgrađena protoplazma i bjelančevine). Tvari se prenose u gornje dijelove biljke, pa donji listovi počinju dehidrirati, što dovodi do žućenja listova (sl. 55. i 56.) i na kraju do fiziološke smrti.

Prva berba u našim uzgojnim uvjetima započinje oko 25. srpnja, a svi listovi sazriju do polovice listopada.



Slika 55. Sazrijevanje listova – virginia



Slika 56. Sazrijevanje listova - burley

## 8. Agroekološki uvjeti proizvodnje flue-cured duhana

### 8.1. Odnos duhana prema temperaturi

Duhan potječe iz suptropskih krajeva, ali uz čovjekovu pomoć uzgaja se i na sjeveru, sve do 60. stupnja sjeverne geografske širine, te na jugu do 40. stupnja južne širine. U svom razvojnem ciklusu biljka duhana prolazi kroz dvije osnovne etape: proizvodnju presadnica (oko 60 dana) i proizvodnju u polju (oko 150 dana). Virginijskom tipu duhana potrebno je za rast u polju 120 dana bez mraza želi li se postići najbolja zrelost. Duljina vegetacije duhana u našim uzgojnim uvjetima varira između 190 i 210 dana. Zbroj temperatura u tom razdoblju treba iznositi od 2 000 do 3 000 °C. Virginijski duhan može podnijeti kratkotrajne temperature neznatno iznad točke smrzavanja i visoke, od najviše 43 °C bez ozbiljnih oštećenja biljke. Biljke izložene prosječnoj dnevnoj temperaturi nižoj od 16 °C nakupljaju ograničene količine suhe tvari (internodiji su kraći, a listovi dulji i uži). Niske temperature prvih tjedana nakon presađivanja u polje pridonose ranijoj cvatnji, s manjim brojem listova po biljci.

Minimalna temperatura klijanja sjemena duhana jest 10 °C, a optimalna 25 °C. Optimalna temperatura za razvoj duhana kreće se tijekom dana od 24 do 28 °C, a tijekom noći od 18 do 21 °C. Viša temperatura od te povoljno utječe na rast i razvoj, uz dovoljnu opskrbu vodom. U vrlo kratkom vremenskom razdoblju formira se velika nadzemna masa (tijekom lipnja i srpnja). Tada niske temperature nisu povoljne jer smanjuju kvalitetu duhana. Cvatnja može trajati i do 60 dana (ovisno o insolaciji). U našim uzgojnim uvjetima traje tijekom kolovoza i veći dio rujna. Za vrijeme stvaranja sjemena temperatura bi trebale biti između 22 i 28 °C.

U Hrvatskoj se duhan tipa virginia uzgaja u umjereno kontinentalnoj klimi. Prema višegodišnjim podacima, srednja mjesečna temperatura zraka tijekom rasta i razvoja duhana u polju odgovara njegovim potrebama. Podaci se prikupljaju u meteorološkim postajama u neposrednoj blizini uzgojnog područja duhana (sl. 57.). Tako je višegodišnji srednjak u Virovitici tijekom svibnja 16,5 °C, lipnja 18,7 °C, srpnja 20,6 °C, kolovoza 20,7 °C, rujna 16,5 °C i listopada 10,7 °C. Apsolutne minimalne temperature zraka mogu pasti ispod 0 °C sve do svibnja (zato se duhan presađuje u polje tek u drugoj polovici

svibnja) i ponovno se pojaviti već u rujnu, što je rjeđa pojava (treba prilagoditi berbu zadnjih insercija duhana). Katkad se tijekom ljeta pojave izrazito visoke temperature (apsolutne maksimalne temperature zraka oko 35 °C). Visoke temperature su štetne ako su popraćene nedostatkom vode. No, u tom se razdoblju mogu pojaviti i niske temperature (posebno noćne), koje smanjuju kvalitetu lista duhana.



Slika 57. Meteorološka postaja na Pokušalištu Duhanskog instituta Zagreb u Pitomači

## 8.2. Odnos duhana prema svjetlu

Duhan je heliofitna biljka. Uzgajan pri ograničenom osvjetljenju, služi kao visokokvalitetna sirovina za izradu cigara. Prema fotoperiodskoj reakciji postoje sorte kratkoga i dugog dana te neutralne sorte.

Broj sati sisanja sunca u našim uzgojnim uvjetima iznosi od 1 600 do 1 850 u godini. U vegetaciji se broj sati sisanja sunca kreće između 1 100 i 1 200, što je dostatno za normalan rast i razvoj duhanova lista. Prema višegodišnjim pokazateljima za Viroviticu (1972.-1986.), najveću insolaciju ima srpanj (271,4 sati). U svibnju se ona kreće oko 215,1 sat, u lipnju oko 226,2 sata, u kolovozu oko 212,8 sati, u rujnu 200,0 sati, a u listopadu oko 126,8 sati.

## 8.3. Odnos duhana prema vodi

Potrebe duhana za vodom su različite, ovisno o fazama rasta. Tijekom razdoblja od približno četiri tjedna nakon sadnje pa do otkidanja cvata brzina evapotranspiracije je oko 25 mm tjedno. U najranijemu i u kasnom razdoblju vegetacije evapotranspiracija je

nešto niža nego u srednjem razdoblju rasta. Najveće potrebe za vodom duhan ima u fazi intezivnog rasta (srpanj), kada je potrebno da svakih 7 do 10 dana padne između 25 i 38 mm oborina. Manji sušni udari u kraćem vremenu ne moraju biti štetni. Prema nekim istraživanjima, slabija suša nakon presađivanja duhana u polje uvjetuje brže i dublje ukorjenjivanje, što pomaže kasnijem razvoju biljaka. Štoviše, smatra se da se u tom razdoblju stvaraju i sastojci koji kasnije daju aromu listu. Transpiracijski koeficijent duhana je oko 300.

Prema višegodišnjim podacima za Viroviticu (1972.-1986.), u uzgojnom području duhana u Hrvatskoj padne tijekom godine od 550 do 800 mm oborina. Međutim, kadšto su ta kolebanja presudna za normalan rast i razvoj duhanskog lista, pogotovo u razdoblju od svibnja do rujna. Kolebanja tijekom vegetacije duhana mogu biti i do 70-ak mm. Prema višegodišnjim podacima (1972.-1986.) u svibnju padne 66,9 mm, u lipnju 64,9 mm, u srpnju 50,2 mm, u kolovozu 45,0 mm, u rujnu 58,4 mm, a u listopadu 45,2 mm, što često nije dostatno za postizanje dobre kvalitete lista. Za vrijeme vegetacije količina oborina ne bi smjela biti manja od 250 mm. Relativna vlaga zraka tijekom uzgojnog razdoblja duhana kreće se od 73 do 80%. Katkad je zrak presuh, što u kombinaciji s visokom temperaturom može imati nepoželjan učinak na kvalitetu duhanskog lista, pa bi natapanje bilo vrlo korisna agrotehnička mjera osobito na pjeskovitim tlima.

Duhan ne podnosi visoke stajace vode. Gušenje duhana uzrokuje toliko nagomilavanje slobodne vode u području korijena da zrak ili, točnije, kisik nije dostupan korijenu. Zbog nedostatka kisika u tlu ugiba korijen, pa biljke ne mogu uzimati vodu i održavati čvrstoću tkiva lista, stoga venu i u krajnjem slučaju uginu.

Veličina oštećenja korijena ovisi o visini do koje podzemna voda zahvati korijenski sustav i o duljini trajanja poplavljenosti. Brzina i stupanj oporavka od ugušenja ovisi o jačini oštećenja, zdravstvenom stanju usjeva i vremenskim prilikama nakon gušenja. Ako je oštećen cijeli korijenski sustav biljka će uginuti. Međutim, ako je 20 do 25% donjeg dijela korijena oštećeno, oporavak može biti zadovoljavajući ako uslijede povoljne vremenske prilike (ne previsoke temperature zraka, te slabije kiše koje će održavati povoljnu vlažnost tla do dubine od 15 do 20 cm).

Velika je opasnost za duhanski list tuča. U vrlo kratkom vremenskom razdoblju tuča može potpuno uništiti duhanski list. Međutim, duhan ima izrazito veliku sposobnost regeneracije (tjeranje zaperaka, koji imaju lošu kvalitetu lista).

#### **8.4. Odnos duhana prema tlu**

Duhan tipa virginia uzgaja se na različitim tipovima tala. Najbolje uspijeva na tlima koja su pjeskovito ilovasta ili ilovasto pjeskovita u gornjim slojevima, do dubine 35 cm, i koja leže na dobro dreniranom sloju gline slabo kisele reakcije. Tla trebaju biti strukturna i rastresita. Na pjeskovitijim tlima otjecanje vode je brže, kao i ispiranja hraniva, što rezultira slabijim prinosom i kvalitetom lista. Nasuprot tome, ilovasta i glinasta tla daju dobar prinos lista, ali ne i kvalitetu (previsoka opskrbljenost dušikom). Ne pogoduju mu teška glinasta tla, i to zbog slabe aeracije, prevelike vlažnosti i nedovoljne topline. Duhan zahtijeva slabo kiselu do neutralnu reakciju tla.

U Hrvatskoj se duhan tipa virginia većinom uzgaja na lesiviranom tlu višeslojnih pleistocenskih pijesaka (Podravina). Stratigrafija takvog tla je sljedeća (sl. 58.).

- Ap (0-24 cm); oranični horizont smeđe boje, pjeskovita ilovača s dominacijom sitnog pijeska i praha
- E (24-41 cm); eluvijalni horizont svjetlije boje od oraničnoga i iluvijalnoga, kao i pjeskovita ilovača s nešto manje čestica gline, prilično zbijena
- Bt (41-78 cm); iluvijalni horizont tamnije boje, vrlo zbijen, s malo većim sadržajem čestica gline od eluvijalnog horizonta, izraziti prijelaz u C
- C (78- 130 cm); višeslojni pijesak.

Prema mehaničkom sastavu, to tlo ima izrazito visok sadržaj čestica sitnog pijeska i praha, a malen sadržaj frakcija gline. Nestabilne je strukture i podložan je stvaranju pokorice. Tlo je porozno u oraničnome, a manje porozno u eluvijalnome i iluvijalnom horizontu. Retencijski mu je kapacitet za vodu osrednji u oraničnome i iluvijalnome, a malen u eluvijalnom horizontu. Kapacitet za zrak mu je umjereno malen u oraničnome i iluvijalnom horizontu, a vrlo malen u eluvijalnom horizontu. Tlo je plastično u

iluvijalnome, a slabo plastično u ostalim horizontima. Kapacitet za vodu mu je osrednji. Prema tome, fizikalna obilježja tla uglavnom udovoljavaju zahtjevima duhana, premda je vrlo česta pojava pokorice.

Prema kemijskim obilježjima lesivirana su tla kiselija. Oranični je horizont slabo humozan, siromašan ukupnim i mineralnim dušikom. Opskrbljenost biljci pristupačnim fosforom i kalijem u gornjim je horizontima umjerena do dobra.



Slika 58. Lesivirano tlo tipično za uzgojno područje duhana tipa virginia

## 9. Tehnologija proizvodnje flue-cured duhana

### 9.1. Uzgoj presadnica duhana klasičnim načinom

Duhan se do prije desetak godina tradicionalno uzgajao klasičnim načinom u lijevama (sl. 59.).



Slika 59. Uzgoj presadnica duhana klasičnim načinom u lijevama

#### 9.1.1. Priprema lijeha

Za lijehe treba osigurati propusno i rahlo tlo na osunčanom položaju zaklonjeno od vjetrova. Na tlu ne smiju biti primjenjivani herbicidi na čije je ostatke duhan osjetljiv. Tlo za lijehe u jesen se srednje duboko preore (30 cm), a prije usitnjavanja tla dodaju se mineralna gnojiva (NPK 7:14:21 ili 5:30:20). Važno je da tlo na površini bude fino usitnjeno i što ravnije kako bi duhan ravnomjernije niknuo. Nakon unošenja gnojiva i usitnjavanja tla oblikuju se lijehe dužine 10 ili 20 m i širine 1 m. Na tako pripremljene i oblikovane lijehe stavljaju se željezni ili drveni lukovi, a preko njih polietilenska folija.

Prije sjetve duhana nekad se provodila fumigacija (dezinfekcija) tla metilbromidom. Temperatura tla na dubini od 15 do 20 cm treba biti viša od 8 °C. Ispod folije stavi se konzerva sa sredstvom za fumigaciju (500 g/10 m<sup>2</sup>) i pažljivo probuši kroz hermetički zatvorenu foliju. Plinovite pare metilbromida uništiti će naklijalo sjeme



korova, ličinke kukaca, uzročnike bolesti (gljive i bakterije) i nematode. Dva dana nakon primjene metilbromida lijehe je potrebno prozračiti u početku otvaranjem čeonih, a zatim i cijele lijehe. Obilnim zalijevanjem vodom s površine lijeha isperu se zaostale soli broma.

### 9.1.2. Sjetva

Sjetva duhana u lijehe započinje između 1. i 15. ožujka. Nakon prozračivanja sije se 1 do 1,2 g sjemena duhana I. klase na 10 m<sup>2</sup>. Takva će sjetva dati 400 do 500 kvalitetnih presadnica/m<sup>2</sup>. Sjetva duhana provodi se miješanjem sjemena sa suhim pijeskom ili vodom.

### 9.1.3. Prihrana

U fazi pojave četvrtog lista počinje se s prihranom i zaštitom duhana. Prihrana se provodi dva do tri puta, ovisno o razvijenosti duhana, svakih sedam do deset dana. Prvo se prihranjivanje provodi kompleksnim NPK gnojivom formulacije 7:14:21 ili 5:20:30 (0,03 kg dušika i 0,015-0,02 kg fosfora i kalija/m<sup>2</sup> lijehe), a druge se prihrane obavljaju KAN-om. Ovisno o boji lista, primjenjuje se 0,02 do 0,05 kg dušika/m<sup>2</sup> lijehe.

### 9.1.4. Njega presadnica

S pojavom prvih listova i s porastom temperature zraka iznad 20 °C otvaraju se i prozračuju lijehe. Prozračivanje se obavlja kako ne bi došlo do žućenja rasada i zaustavljanja rasta. Svakih sedam do deset dana presadnice se prskaju fungicidima i insekticidima. Prvo i treće prskanje provodi se fungicidom, a drugo i četvrto smjesom fungicida i insekticida. Od fungicida se primjenjuje 0,15-postotni propineb (aktivna tvar), a od insekticida 0,1-postotni dimetoat (aktivna tvar), 30 do 40 g/m<sup>2</sup> metaldehida (aktivna tvar) i 30 do 50 g/m<sup>2</sup> klorpirinfosa (aktivna tvar).

Prije sadnje u polju presadnice trebaju očvrnuti (sl. 60. i 61.). Desetak dana prije čupanja prestaju se prihranjivati i zalijevati, a lijehe ostanu otkrivene preko noći (ako nema mraza). Tako tretirane presadnice se ne lome, lakše podnose transport i manje su osjetljive na šok presađivanja. Prije čupanja presadnice treba obilno zaliti kako bi prilikom čupanja manje stradao korijenov sustav i uz korijen ostalo dovoljno zemlje.

Čupaju se neposredno prije sadnje i uspravno slažu u kutije kako bi sadnja bila lakša. Za sklop od oko 23 000 biljaka/ha potrebno je osigurati 80 m<sup>2</sup> lijeha.



Slika 60. Izgled duhanskog rasada prije presađivanja



Slika 61. Berba presadnica duhana

## 9.2. Uzgoj presadnica duhana u hidroponima

U Hrvatskoj su se duhanske presadnice tradicionalno uzgajale u gredicama natkrivenim polietilenskom folijom. Nedostak takve proizvodnje jest potreba za velikom površinom gredica, velika potreba ljudskoga rada, prerastanje presadnica, neujednačenost presadnica i oštećenje korijena presadnica, loše primanje presadnica nakon sadnje u polje i neujednačen usjev za berbu listova, što rezultira nižim prinostom i, posebno, lošijom kvalitetom lista. Za sterilizaciju lijeha (uništavanje uzročnika bolesti i korova) upotrebljavao se metilbromid, koji oštećuje ozonski omotač. Godišnje se u Hrvatsku uveze i do 30 tona metilbromida, čija je zabrana upotrebe na snazi od 2005. godine.

Alternativni postupak uzgoja duhanskih presadnica bez metilbromida jest uzgoj u polistirenskim kontejnerima (pliticama) na površini hranjive otopine (*float system*) u plastenicima. Prva istraživanja u Hrvatskoj započela su 1997. godine prema spoznajama američkih i talijanskih proizvođača duhana. Sve duhanske presadnice u Hrvatskoj danas se proizvode na ovaj način.

### 9.2.1. Priprema hidropona

Za proizvodnju presadnica služe plastenici u obliku tunela dužine 15,0 do 48,2 m i širine 4,7 m. Visoki su 2,35 m. Prekriveni su polietilenskom folijom debljine 0,20 mm (sl. 62.). Plastenici trebaju biti izgrađeni na mjestima gdje se što bolje mogu iskoristiti sunčeva svjetlost i toplina. Mogu se prozračivati otvaranjem čeonih strana ili ugradnjom ventilatora pri vrhu konstrukcije. U plateniku svježi zrak se mora izmiješati s toplim prije nego dođe do razine rasada. Cirkulacijom zraka (oko 2 km/h) ujednačava se temperatura i tijekom noći odstranjuje se CO<sub>2</sub> iz zone presadnica. Temperatura zraka u plateniku danju bi trebala biti između 22 i 24 °C, a noću se ne bi smjela spustiti ispod 15 °C.

Bazen u plateniku širok je 3,48 m, dugačak prema potrebi i dubok najmanje 15 cm (sl. 63.). S unutrašnje strane bazena nalazi se crna folija. Bazen se puni vodom (bunarskom, pitkom vodovodnom ili kišnicom) do visine 12 cm. Ne smije se upotrebljavati površinska voda iz potoka (izvor bolesti). Provodljivost vode trebala bi biti 300 do 400 μS/cm, a nakon dodavanja gnojiva 1 500 do 2 000 μS/cm.



Slika 62. Plastenici u obliku tunela



Slika 63 Bazen u plateniku

### 9.2.2. Gnojidba

Hranjiva otopina dobije se dodavanjem (otapanjem) vodotopljivoga mineralnoga gnojiva u vodu. Prije sjetve dodaje se gnojivo NPK formulacije 20:10:20 u količini da u vodi bude otopljeno 150 ppm N, 75 ppm P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 150 ppm K<sub>2</sub>O (750 g gnojiva na 1 m<sup>3</sup>

vode). Previše dušika daje nježnije presadnice osjetljivije na bolesti. Prevelika koncentracija fosfora može rezultirati uvijanjem presadnica. Dodaju se i ostala makrohraniva i mikrohraniva. U fazi rasta biljke, kada duhan ima četiri listića, potrebno ga je prihraniti sa 50 ppm dušika, uz kontinuirano mjerenje koncentracije hraniva u vodi.

### 9.2.3. Sjetva

Polistirenske plitice u koje se puni supstrat i sije pilirano sjeme najčešće su veličine 303 x 515 mm i svaka ima 209 kućica. Za proizvodnju 1 m<sup>2</sup> rasada potrebne su 6,4 plitice odnosno 1 337 kućica. Supstrat za plitice smjesa je 60% bijeloga i 40% crnog treseta (sl. 64.). Plitice se pune strojem (sl. 65.) koji ujednačeno puni plitice supstratom, zbija ga koliko je potrebno (sl. 66.) i u sjetvenome mjestu (kućici) pravi udubine, u koje posije po jednu piliranu sjemenku (sl. 67.). Sjetva se obavlja 55 do 60 dana prije presađivanja duhana u polje. Nakon sjetve, plitice se stavlja u hranjivu otopinu u plastenike (sl. 68.-73.).



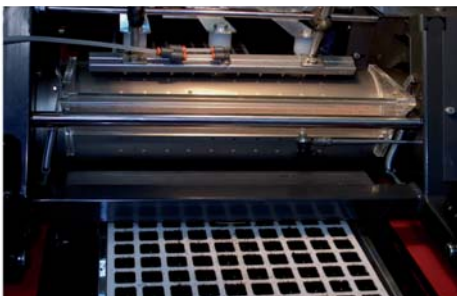
Slika 64. Supstrat za punjenje plitica



Slika 65. Stroj za sjetvu plitica



Slika 66. Punjenje plitica sa supstratom



Slika 67. Sjetva piliranih sjemenki u plitice



Slika 68. Pripreda plitica za sjetvu



Slika 69. Stavljanje plitica na hranjivu otopinu



Slika 70. Slaganje plitica na hranjivu otopinu



Slika 71. Posložene plitice na hranjivu otopinu



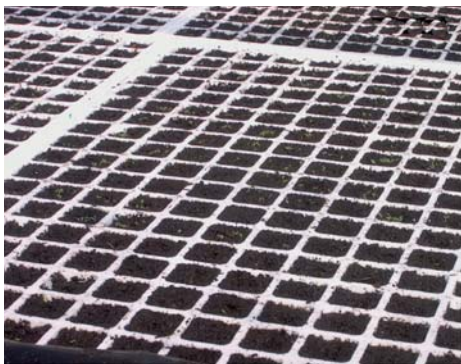
Slika 72. Pripreda zaštitne folije na hranjivu otopinu



Slika 73. Zaštitna folija na hranjivu otopinu

### 9.2.4. Njega presadnica

Preventivno se hranjivoj otopini dodaju fungicidi (Ridomil Gold MZ (metalaksil), Previcur (propamokarb-hidroklorid) i Rovral (iprodion) u količini 10 ppm svaki), koji štite mlade biljčice duhana od *Peronospora tabacinae* Adam, *Pythiuma spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*. Nakon prvog dolijevanja vode hranjivoj otopini (faza nicanja i ukorijenjivanja presadnica), dodaju joj se ista sredstva u količini od 5 ppm svaki (sl. 74. i 75.). Pri pojavi bolesti može se ponovno dodati jednaka količina sredstva.



Slika 74. U fazi nicanja presadnica dodaju se fungicidi



Slika 75. U fazi ukorijenjivanja presadnica dodaju se fungicidi

Tijekom proizvodnje u plasteniku mora se održavati i povoljna relativna vlaga zraka. Svakoga sunčanog i toplog dana plastenik se treba prozračiti. Na taj se način listovi i biljke osuše i smanjuje se mogućnost širenja bolesti i pojave algi.

Obvezna mjera njege jest šišanje (podrezivanje) presadnica (sl. 76). Na taj se način ujednačava rast i razvoj biljaka. Prvo šišanje počinje kada su biljke visoke oko 4 cm. Šišanjem se dobiva više kvalitetnijih presadnica po m<sup>2</sup>, jer se postiže bolja čvrstoća stabljike, bolja elastičnost i veća debljina biljke. Duhan se šiša kosilicom za travu na kojoj se nalazi spremnik za skupljanje ošišanih dijelova listova. Prije šišanja biljaka obvezna je dezinfekcija kosilice 10-postotnom otopinom natrijeva hipoklorida jer se šišanjem na biljke mogu prenijeti virusne bolesti duhana (TMV). Biljke se obično šišaju tri do četiri puta tijekom uzgoja. Svakim šišanjem smanjuju se za 1,5 cm. Rez šišanja nikada ne smije oštetiti vegetativni vrh i trebao bi biti oko 2 cm iznad vršnog pupa.



Slika 76. Šišanje presadnica duhana u plasteniku

## 9.3. Uzgoj duhana u polju

### 9.3.1. Plodored

Duhan se ne bi smio uzgajati u monokulturi, ponajprije radi sprečavanja pojave bolesti. Cilj plodoreda je uskratiti biljnim bolestima pogodan medij za hranjenje i umnožavanje. Na istu površinu duhan bi se trebao saditi svakih 3- 4 godine.

Prema američkim istraživanjima, za smanjenje napada bakterijskog venuća duhan bi se trebao uzgajati u plodoredu s livadnom vlasuljom, sojom, bijelom rosuljom, kukuruzom, pamukom i stočnim sirkom (Hawks i Collins, 1994.). Da bi se smanjio napad nematoda u tlu, duhan bi se trebao uzgajati u plodoredu sa žitaricama, livadnom vlasuljom, sudanskom travom i lespedezom. Kako duhan pripada porodici *Solanaceae*, ne bi se smio uzgajati u uskom plodoredu sa svim biljkama iz te porodice zbog napada istih virusa (TMV, PVY). Napad crne korijenske truleži smanjuje se uzgojem duhana u plodoredu sa žitaricama, kukuruzom, livadnom vlasuljom i drugim neleguminoznim biljem, a pocrnjenje stabljike duhana uzgojem većine ratarskih kultura.

Ako se duhan uzgaja u monokulturi, treba se voditi briga o sadnji otpornih sorata, upotrebi zaštitnih sredstava i ranom uništavanju biljnih ostataka radi zaštite od bolesti.

Jedna od teškoća u uzgoju duhana u plodoredu jest nadzor količine dušika dostupnog duhanu. Ne preporučuju se sjetva leguminoza neposredno prije duhana, osim na dubokim pjeskovitim tlima koja su vrlo podložna ispiranju. Nemoguće je utvrditi

koliko su dušika leguminoze ostavile u tlu. Jednako tako, u gnojidbi duhana treba uzeti u obzir i gnojidbu drugih pretkultura u plodoredu. Stoga treba biti oprezan ako je pretkultura kukuruz (vrlo je česta obilnija gnojidba dušikom) ili neka druga pretkultura na tlima s razmjerno plitkim oraničnim slojem.

Ne smatra se prikladnim povećati sadržaj organske tvari u pjeskovitim tlima. Ako se to ipak učini radi poboljšanja fizičkih i vododržnih svojstava tla, onda se unosenje organske tvari u tlo treba provesti što ranije u jesen ili za pretkulturu kojoj prethodi duhan. Najbolje je zaorati biljne ostatke cijelom dubinom obrade.

U Hrvatskoj se duhan često uzgaja u dvopolju ili trolju sa strnim žitaricama i kukuruzom. Prema provedenim višegodišnjim istraživanjima plodoreda u našoj zemlji, pokazalo se da je najveći prinos i kvaliteta lista duhana (udio I. do III. klase) postignut kada je duhan uzgajan u četveropolju strna žitarica – uljana repica – duhan – kukuruz (sl. 77.), peteropolju strna žitarica – uljana repica – duhan – kukuruz – soja i šesteropolju strna žitarica – duhan – crvena djetelina – crvena djetelina – kukuruz – soja (Butorac i sur., 1999. i 2004., Turšić i sur., 2005.). Uzgojem duhana u plodoredu poboljšava se i kemijski sastav lista duhana i sprečava širenje nematoda (Butorac i sur., 2000.)



Slika 77. Duhan u četveropolju

Prema tome, najbolji predusjevi za duhan jesu strne žitarice (rana žetva i mogućnost dobre pripreme tla) i kukuruz. Biljke iz porodice *Solanaceae* ne bi se smjele sijati prije duhana zbog zajedničkih bolesti, a leguminoze zbog ostatka dušika u tlu.



Duhan je dobar predusjev za većinu oraničnih kultura.

### 9.3.2. Obrada i priprema tla za sadnju

Tlo za duhan obrađuje se radi uništavanja korova, pravljenja gredica i rahljenja kako bi se kroz njega lakše kretali voda i zrak.

Sustav obrade ovisi o predusjevu. Budući da su najčešći predusjevi duhana u nas trne žitarice, obrada počinje prašenjem strništa na 12 do 15 cm (zaoravaju se žetveni ostaci, čuva se vlaga, sjeme korova se potakne na nicanje i kasnije oranjem uništi). Oranje se obavlja na dubinu oko 30 cm (povećava se masa korijena, što u konačnici rezultira povećanjem prinosa i kvalitete lista duhana – sl. 78.). U proljeće, čim se tlo dovoljno prosuši, dodaje mu se mineralno gnojivo i sjetvospremačem se zatvori zimska brazda.

Preporučuje se pravljenje gredica (sl. 79.).



Slika 78. Razvoj korijenova sustava ovisno o dubini oranja

Najbolji rezultati postižu se kada se gredice rade na proljeće, prije sadnje (povećava se prirod korijena, što, također, u konačnici rezultira povećanjem prinosa i kvalitete lista duhana – sl. 80.). Time se izbjegava nepovoljan utjecaj suviše vlažnosti tla, manje je ispiranje hraniva (osobito dušika) iz tla, bolje zagrijavanje, jednostavnija gnojidba u trake i lakša kontrola korova. Gredice se rade do visine od 25 do 30 cm.



Slika 79. Duhan na gredicama



Slika 80. Duhan sađen na proletne gredice (lijevo) i na ravnu površinu (desno)

### 9.3.3. Gnojidba

Optimalna gnojidba duhana osnovni je preduvjet za postizanje visokih prinosa i kvalitete lista duhana. O plodnosti tla ovisi koliku ćemo količinu hraniva odnosno gnojiva primijeniti. Primjerice, za izgradnju 2 240 kg suhe tvari virginijskog duhana (uključujući sve nadzemne i podzemne dijelove) potrebno je 78 kg/ha dušika, 13 kg/ha fosfora, 90 kg/ha kalija, 62 kg/ha kalcija, 25 kg/ha magnezija, 20 kg/ha sumpora, 0,08 kg/ha bora, 0,8 kg/ha mangana, 0,04 kg/ha bakra te u tragovima željeza, cinka i molibdena (Hawks i Collins, 1994.).

### 9.3.3.1. Dušik

Dušik ima najveći utjecaj na razvoj virginijskog duhana. Povećanje opskrbljenosti tla dušikom, od nedostatka do viška, povećava veličinu lista, smanjuje debljinu i punoću tkiva. Daljnje povećanje dušika rezultirat će formiranjem tanjih i lakših listova, i obratno. S povećanjem dodatnih količina dušika zrioba se odgađa (veća je vjerojatnost pojave smeđe pjegavosti). Jednako tako, s povećanjem količine dušika od nedovoljne do potrebne mijenjat će se i boja lista od blijedožute, žute, narančaste do smeđe. Nedostatak dušika u nekih sorata dovodi do stvaranja sivkastoga i hrapavoga ili blijedoga i glatkog lista. Za ispravnu zriobu bitno je da se dostupne količine dušika iscrpe u tlu nakon otkidanja cvata duhana. Za bolju kvalitetu duhanskog lista važno je da je ukupan dostupni dušik biljci na raspolaganju tijekom ranih faza rasta i razvoja. Dušik je sastavni dio molekule nikotina. Prema tome, s povećanjem opskrbljenosti dušikom raste i sadržaj nikotina. Pojačana gnojidba dušikom smanjuje sadržaj šećera. Povećana količina dušika uzrokuje obilnije stvaranje zaperaka, te jaču pojavu nekih insekata (duhanski rogati crv) i bolesti (peronospora i smeđa pjegavost). Otpadanje i lomljenje lista jače je pri prekomjernoj gnojidbi dušikom.

Duhanska biljka uzima dušik u neznatnim količinama u organskom obliku (Hawks i Collins, 1994.) U poljskim se uvjetima dio organskog dušika razgradi u mineralne oblike (u amonijski, pa u nitratri). Prema istraživanjima provedenim u SAD-u, gnojidba brašnom od pamučnog sjemena i složenim urea-formaldehidom pokazuje da je glavnina dušika iz tih gnojiva pristupačna biljci nakon 3-4 tjedna (Hawks i Collins, 1994.). To je prednost tih gnojiva jer će dostupni dušik biti na raspolaganju biljci dulje vremena, a u tom će se obliku manje ispirati na pjeskovitim tlima. Usto, dio tog dušika nikada neće biti dostupan biljci. Duhan gnojen kombinacijom organskih i mineralnih gnojiva nešto ranije i bolje sazrijeva.

I prema istraživanjima koja su provedena u Hrvatskoj, gnojidbom organskim gnojivom (Biopostom) i organsko-mineralnim gnojivom (Organom) u usporedbi s mineralnim gnojivom povećava se prinos i kvaliteta duhanskog lista (udio I. do III. klase) te postotak reducirajućih šećera, a smanjuje postotak nikotina (Butorac i sur., 1995a. i 1995b.)

U proizvodnji flue-cured duhana upotrebljavaju se dva oblika mineralnog dušika – amonijski i nitratni. Međutim, veće količine amonijskog dušika nepovoljno djeluju na rast te na prinos i kvalitetu lista duhana, a usto smanjuju uzimanje drugih hraniva iz tla kao što su kalcij, magnezij i kalij. Ako se duhan više opskrbljuje nitratima povećava se prinos i kvaliteta lista, postotak kalcija u suhom listu te ukupno iznošenje kalcija i kalija. Pretvorba dušika iz amonijaka u nitrate protječe brzo u povoljnim vremenskim prilikama i odgovarajućim uvjetima u tlu (bakterije u tlu). Pretvorbu usporava nizak pH, previsoka vlažnost tla, slabo prozračivanje tla i niska temperatura tla. Prema Hawksu i Collinsu (1994.), povećani postotak nitratnog oblika dušika smanjuje postotak nikotina u listu duhana. Stoga bi prije sadnje duhana u tlu trebalo biti najmanje 50% dušika u obliku nitrata.

U prva tri tjedna nakon sadnje (tijekom ukorjenjivanja duhana u polju) duhan uzima malo dušika iz tla. Naglo se povećava uzimanje dušika iz tla u razdoblju od četvrtog do sedmog tjedna nakon sadnje (tijekom ukorijenjivanja i formiranja biljke). Prema tome, ukupna količina dušika treba se dodati duhanu najkasnije dva do tri tjedna nakon rasadivanja. Sav kasnije dodani dušik odgađa zriobu duhana.

Uz vrlo kišovito vrijeme na pjeskovitim se tlima i amonijski i nitratni dušik vrlo brzo ispiru. Pri dodavanju određene količine dušika u prihrani treba biti oprezan. Prema Hawksu i Collinsu (1994.), dušik se treba nadoknaditi ovisno o dubini oraničnog sloja, količini vode procijeđene kroz gnojni sloj i starosti duhana (tabl. 9.). Preporučena količina dušika za prihranu nakon ispiranja izražena je kao postotak dušika primijenjenoga prije nego što se dušik isprao. Izvorna osnovna pretpostavka bila je da je u početku primijenjena potrebna količina dušika. Polazi se od pretpostavke da će nasad imati pravilnu i ravnomjernu brzinu porasta do trenutka ispiranja. Tablica pokazuje padajuću količinu dušika s povećanjem broja tjedana nakon sadnje. Ako se nakuplja više dušika u dubljim slojevima, on će biti manje dostupan biljkama, zbog čega se preporučuju veće nadoknade što je pjeskovitiji sloj dublji. Uspjeh prihrane dušikom uvelike ovisi o sposobnosti proizvođača da procijeni količinu vode koja se procijedila kroz tlo (sastav i nagib tla, pokorica na tlu, količina i jačina oborina, količina vode u tlu itd.).

Tablica 9. Nadoknada dušika nakon preobilne kiše (Hawks i Collins, 1994.)

Dubina oraničnog sloja (u cm)	Količina procijeđene vode (u mm)	Starost duhana (u tjednima nakon sadnje)		
		1-3	4-5	6-7
manje od 25	25	0	0	0
	50	20	10	0
	75	30	20	0
od 25 do 41	25	30	20	0
	50	45	30	10
	75	60	40	15
više od 41	25	50	25	15
	50	75	35	20
	75	100	45	25

Osnovna potrebna količina dušika jest količina koja je nužna u suhoj ili normalnoj godini, ne računajući ispiranje. Tla s plitkim pjeskovitim površinskim slojem, tla teže teksture ili ona koja su dobro opskrbljena dušikom trebat će manje od 55 kg/ha dušika. Za tla *finog* sastava i veće plodnosti (ako je pretkultura bila leguminoza) trebat će manja količina, a za jače pjeskovita tla s dubokom mekotom i glinenim slojem tanjim od 35 cm - veća količina.

Prema Hawksu i Collinsu (1994.), ovisno o dubini mekote, dodaju se različite količine dušika po hektaru. Tako se tlu dubine mekote do 13 cm dodaje do 56 kg/ha, do 26 cm do 67 kg/ha, do 38 cm do 79 kg/ha i više od 51 cm do 90 kg dušika/ha.

U nas se na pjeskovitijim tlima dodaje između 20 i 40 kg dušika/ha (Turšić, 1993.). Dostatna je i gnojidba od samo 20 kg dušika/ha. Povećanjem dušika na 40 kg/ha povećava se prinos duhanskog lista, ali se smanjuje kvaliteta lista (više nikotina, manje reducirajućih šećera u listu). Na slici 81. uočljiva je razlika između duhana gnojenog dušikom i onoga bez gnojidbe dušikom.



Slika 81. Duhan gnojen dušikom (lijevo) i duhan bez gnojidbe dušikom (desno)

### 9.3.3.2. Fosfor

Tla na kojima se u nas uzgaja duhan siromašna su biljci dostupnim fosforom. Međutim, kako se duhanska tla obilno gnoje fosforom, a on se ne ispire, katkad ga ima dovoljno u tlu. Biljka treba fosfor odmah nakon presađivanja u polje. Ako ga nema dovoljno u tlu, biljka će zaostajati u rastu, bit će tamnije zelena, kasnije će cvasti i sazrijevati. Katkad se na donjim listovima pojavljuju i bijele mrlje. Nakon sušenja duhana listovi imaju slabiju kvalitetu, tamnosmeđe su do zelenkaste boje, bez sjaja.

Biljka usvaja fosfor jednakom brzinom tijekom cijelog rasta i razvoja. Uzimanje fosfora iz tla ovisi o temperaturi tla (bolje je usvajanje pri temperaturi višoj od 15 °C), pH- vrijednosti tla (uz veći pH usvajanje je veće) i opskrbljenosti tla fosforom. Na tlima s osrednjim ili visokim sadržajem fosfora rijetko se ostvari povećanje prinosa i kvalitete gnojidbom fosforom. Nije potrebno dodavati više od 45 kg/ha fosfora.

U našim uzgojnim uvjetima duhan se gnoji količinom i do 50 kg/ha fosfora (Turšić, 1993.).

### 9.3.3.3. Kalij

Od svih mineralnih elemenata duhan uzima najviše kalija. Brzina uzimanja kalija vrlo je visoka tijekom ranih faza rasta i razvoja, a ubrzano se smanjuje pri kraju vegetacije. Nedostatak kalija u biljci karakteriziraju smeđožučkaste mrlje na vrhovima i

rubovima gornjih listova. Ako je nedostatak kalija veći, tkivo ugiba i na rubovima listova pojavljuju se *poderotine*. Nedostatak kalija može biti izraženiji zbog viška dušika u amonijskom obliku i zbog visokog sadržaja magnezija i sumpora u tlu. Količina kalija u tlu pozitivno djeluje na sadržaj kalija u listu te na brzinu i trajanje izgorijevanja duhana pri pušenju. Pritom pada koncentracija kalcija i magnezija u listu.

U našim uzgojnim uvjetima duhan se gnoji sa 150 do 180 kg kalija/ha (Turšić, 1993.).

#### **9.3.3.4. Kalcij**

Uz kalij, duhan uzima i velike količine kalcija. Preporučljivo je da za normalan rast listovi duhana sadržavaju 1,5 do 2% kalcija. Vrlo se često nedostatak kalcija ne primjećuje jer se on nadoknađuje gnojidbom mineralnim gnojivima u kojima, među ostalim, ima i kalcija (superfosfat). Znaci nedostatka kalcija opažaju se po savijanju vrhova najmlađih listova i kidanju tkiva na vrhu i rubovima listova. Kada je nedostatak veći, ne stvaraju se pupovi, a kasnije ni tobolci sa sjemenom. Mogu se pojaviti i listovi tamnozeleno boje i zadebljani u gornjim dijelovima. Neke sorte u vrijeme intenzivnog porasta, kada je toplo i kišovito, ne mogu translocirati kalcij iz tla u vršne listove. Nekat se nedostatak kalcija primjećuje i na zapercima koji su prskani s maleinskim hidrazidom.

Za normalan rast i razvoj duhana potrebno je gnojidbom dodati 55 do 70 kg kalcija/ha (Hawks i Collins, 1994.).

#### **9.3.3.5. Magnezij**

Nedostaci magnezija često se nakon obilnijih kiša opažaju na duhanu uzgajanom na pijescima. Budući da magnezij ulazi u sastav molekule klorofila, prvi znak nedostatka magnezija jest gubitak zelene boje listova. Nedostaci se najprije vide na vrhovima i rubovima listova i dalje se šire prema središtu. Zelene ostaju samo žile. Ako je napad jači, list potpuno pobijeli. Te su pojave najočitije u vrijeme cvatnje duhana. Nakon sušenja listovi poprimaju mutnu, svjetlosmeđu boju, bez sjaja. Vrlo su tanki. Biljke imaju niži postotak magnezija u donjim listovima, za razliku od normalno opskrbljenih biljaka. S povećanjem kalcija i kalija u biljci smanjuje se sadržaj magnezija (antagonizam).

Za normalan rast i razvoj duhana potrebno je gnojidbom dodati 20 kg magnezija/ha (iz "duhanskih" gnojiva i upotrebom dolomitnog vapnenca).

#### **9.3.3.6. Klor**

Duhanu su potrebne male količine klora. Previše klora uzrokuje toksičnost u biljci, a smanjuje i kvalitetu lista. Listovi duhana tada su izrazito zeleni, krhki i debeli, savijenih rubova. Suhu su listovi mutne, prljave i nejednolične boje, te higroskopni. Nakon sušenja neugodno mirišu. Mnoge nenormalnosti koje se pripisuju štetnom djelovanju klora potječu i od štetnog djelovanja amonija ili interakcije amonijev ion – kloridov ion.

Uzimanje klora iz tla i njegovo nakupljanje u duhanu raste usporedo s povećanjem njegove količine u tlu. Najveći je sadržaj klora u donjim listovima. Povećanjem klora u listu povećava se i sadržaj reducirajućih šećera. Klor nepovoljno djeluje na izgorljivost (ne smije ga biti više od 1% u listu).

Duhanu je potrebno dodati između 22 i 33 kg klora/ha.

#### **9.3.3.7. Bor**

Nedostatak bora na duhanu se rijetko zamjećuje. Najčešće ga nedostaje u tlima s pH višim od 6,2. Listovi vršnog pupoljka svjetložuti su i iskrivljeni. Nakon nekog vremena vršni pupoljak uvene. Na listovima se mogu opaziti tamnosmeđe ili crne pruge. Donji su listovi kadšto krhki. Vrlo se često zamjećuje nedostatak bora pri pojačanoj gnojidbi dušikom, u fazi formiranja biljke i u uvjetima visoke relativne vlage zraka.

Duhanu je potrebno dodati samo oko 0,3 kg bora/ha.

#### **9.3.3.8. Sumpor**

Današnja duhanska gnojiva i zaštitna sredstva sadržavaju sve manje sumpora. Sumpor se lako ispire iz tla. Najviše ga ima u organskoj tvari u tlu. Nedostaci sumpora češće se primjećuju u ranijim fazama rasta i razvoja duhana. Biljka je od vrha do dna blijeda, a listovi se ne suše.



Nedostatak sumpora može se nadoknaditi dodavanjem mineralnih gnojiva kao što su kalijev sulfat, magnezijev sulfat i kalij-magnezij-sulfat. Dodaje se u količini do 20 kg/ha.

### **9.3.3.9. Mangan**

Nedostatak mangana nije čest na duhanskim tlima. Obično se zamjećuje na nedreniranim tlima i tlima s visokim pH. Na biljkama se primjećuje kloroza – žućenje mladih listova. Tkivo između žilica je žućkasto do bijelo. U kasnijim fazama stvaraju se nekrotične mrlje i biljke zaostaju u rastu i razvoju.

Nedostatak mangana može se nadoknaditi dodavanjem mineralnih gnojiva kao što je manganov sulfat. Dodaje se do 5,5 kg/ha pri primjeni u trake ili 17 kg/ha pri primjeni širom. Ako se tretira list, dodaje se između 0,6 do 1,1 kg/ha elementarnog mangana iz sulfata ili iz organskih spojeva (Hawks i Collins, 1994.).

### **9.3.3.10. Ostala mikrohraniva**

Na kvalitetu duhanskog lista utječu bakar, cink i molibden. U širokoj proizvodnji nisu uočeni nedostaci tih mikrohraniva.

### **9.3.3.11. Unošenje gnojiva**

Gnojiva se mogu primijeniti širom (bolje primanje presadnica) ili u trake (manja fitotoksičnost). Gnojivo se stavlja barem 10 cm daleko od korijena. Dodavanje gnojiva širom može se obaviti prije oranja ili prije tanjuranja. Najbolji se rezultati postižu dodavanjem gnojiva nakon oranja, a prije predstjetvene pripreme tla.

Gnojiva se mogu dodavati i preko lista. Bolji se rezultati postižu dodavanjem mikrohraniva.

U Hrvatskoj se u tlo, u širokoj praksi, na dubinu od 7 do 10 cm, unosi 300-500 kg/ha kompleksnog NPK gnojiva formulacije 7:14:21 ili 5:20:30. Pola količine NPK gnojiva potrebno je primijeniti prije sadnje, a drugu polovicu unijeti u tlo (gređice) 15 dana nakon sadnje. Ako je potrebno, duhan se može prihranjivati i kalcijevim nitratom.

### 9.3.4. Ciljevi selekcije i izbor sorte

Cilj suvremene selekcije duhana jest stvaranje visokoprinosnih i stabilnih sorata dobre kvalitete osušenog lista. Selekcijskim metodama poboljšava se kvaliteta lista, ali ne toliko koliko prinos. Glavni razlog tome je negativna korelacija između prinosa i kvalitete, osobito između prinosa i sadržaja nikotina.

Najvažnija agronomska i kemijska svojstva duhana uglavnom se nasljeđuju kvantitativno i kontrolirana su prema aditivnom genskom načelu. Aditivna genetska varijanca prevladava u cijepajućim populacijama, a dominantni i epistatični tipovi varijanci općenito su niski. Svojstva  $F_1$  hibrida su najčešće blizu prosjeka roditeljskih linija.

Broj listova nasljeđuje se intermedijarno, a u  $F_2$  generaciji dolazi do transgresivnog cijepanja. Veličina lista ovisi o zbirnom djelovanju multiplih gena, a oblik lista uvjetovan je trima parovima gena i nasljeđuje se prema trihibridnome modelu.

Visina biljke dominantno je svojstvo uz transgresivno cijepanje u  $F_2$  generaciji tako da se često dobiju "mamut" ili "gigas" linije, visoke preko 3 m, s velikim brojem listova.

Vrijeme cvatnje određuju dva para alelnih gena, nasljeđuje se intermedijarno, premda  $F_1$  hibridi obično cvjetaju ranije od obaju roditelja.

Sadržaj alkaloida pod kontrolom je kvalitativnoga i kvantitativnoga genskog sustava, tako da dva lokusa s major genima i nekoliko minor gena određuju sadržaj te komponente. Linije duhana s recesivnim alelima na tim lokusima mogu imati sadržaj nikotina niži od 0,3%, a genotipovi s dominantnim alelima na oba lokusa imaju više od 3% nikotina kad se uzgajaju u istim uvjetima kao i prethodne.

Sadržaj nornikotina, sekundarnog alkaloida koji nepovoljno utječe na kvalitetu pušenja, genski je određen konverzijom nikotina u nornikotin. Ta konverzija pod kontrolom je dvaju lokusa, premda se čini da samo jedan od njih sudjeluje u procesu konverzije.

Sadržaj šećera u suhom duhanu više je rezultat načina uzgoja i sušenja nego genotipa biljke, premda određen utjecaj na to svojstvo mogu imati i genski čimbenici. Na sadržaj ukupnog dušika također donekle mogu djelovati nasljedni čimbenici, ali i ta je komponenta više pod utjecajem okoline.

Sadržaj eteričnih ulja, komponenata koje najviše pridonose aromi duhana u pušenju, nasljeđuje se intermedijarno ili parcijalno dominantno u odnosu prema boljem roditelju.

Dobivanje novih sorata duhana u početku je bilo odabiranje (na osnovi fenotipa), bez križanja (hibridizacije). Između 1930. i 1940. u SAD-u su križanjem stvorene prve sorte virginijskog duhana kako bi bile otporne na neke bolesti (pocrnjenje stabljike). Nakon toga počinje se intenzivno raditi na stvaranju novih sorata flue-cured duhana. Flue-cured duhani križaju se međusobno, ali i s drugim tipovima duhana. Jednako tako, iz divljih se vrsta duhana prenose geni otporni na neke od najpoznatijih bolesti duhana. Svaka novostvorena sorta mora biti genski postojana i ne smije se razlikovati od prosjeka standardnih sorata (nikotin +15 do -20% srednje vrijednosti standardne sorte; topljivi šećeri +15 do -15%; ukupni dušik +10 do -10%; nornikotin – ne više od 13% ukupnih alkaloida). Nove sorte također moraju imati neke prednosti u usporedbi s roditeljima (prednost u boji, sadržajnosti, teksturi, ravnotežnoj vlažnosti, sposobnosti punjenja, mirisu, aromi).

Godine 1954. u Hrvatskoj počinje uzgoj duhana tipa virginia i burley. Nažalost, domaća selekcija u početku nije dala zadovoljavajuće rezultate, što je upućivalo na introdukciju stranih kultivara (SAD).

Današnja proizvodnja duhana u Hrvatskoj zasniva se na stvaranju vlastitih linijskih sorata i F<sub>1</sub> hibrida križanjem domaćih i introduciranih sorata, kako bi se ublažio nedostatak kvalitetnih čistolinijskih sorata i povećala genska varijabilnost unošenjem stranih germplazmi (sl. 82. i 83.). F<sub>1</sub> hibridi pokazali su neke prednosti pred čistolinijskim sortama. Uočena je pojava heterozisa, koja se očituje većim prinosom i ranom zrelošću. Osim toga, u određeni se genotip mogu lakše unijeti geni otporni na neke važnije patogene (*Peronospora tabacina* Adam), a mogu se i jednostavnije kombinirati poželjna

svojstva roditelja. Primjena citoplazmatske muške sterilnosti u proizvodnji hibridnog sjemena isključuje potrebu ručne emaskulacije.

Od kombinacijskih metoda oplemenjivanja za duhan se najčešće primjenjuje pedigre metoda. Od ostalih oplemenjivačkih metoda u selekciji duhana primjenjuje se povratno križanje radi unošenja nekoga kvalitativnoga svojstva ili stvaranja otpornosti na neku bolest u inače dobar kultivar. U razvoju novih genotipova u posljednje se vrijeme primjenjuje i metoda dihaploida. U duhana se vrlo uspješno primjenjuje kultura antera, tako da se iz nezrelih prašnika uzgojem na posebnome hranidbenome mediju dobiju očinski haploidi, koji se potom određenom tehnikom prevedu u diploide. Nove linije duhana mogu se dobiti i induciranim mutacijama. Kao mutageno sredstvo može se upotrijebiti kemijski mutagen ili ionizirajuće zračenje.

Tijekom 50-ak godina rada na oplemenjivanju u Hrvatskoj, u Duhanskom su institutu Zagreb stvorene brojne sorte flue-cured duhana (Podravina, Zagreb, Drava, Kutjevo, Bilogora, Virovitica, Slatinka i dr. ).



Slika 82. Križanje duhana



Slika 83. Izolacija duhana

Danas su na Državnoj sortnoj listi ove sorte flue-cured duhana: Danica, DH 10, Drava, Kata, VKP 1 i VKP 2 (Duhanski institut Zagreb) i DH 12, DH 14, DH 16, DH 17,

DH 18, DH 19, DH 27, DH 29, DH 33, DH 36 (sl. 84.) i VaDK (sl. 85.) (Hrvatski duhani).



Slika 84. Sorta duhana DH 36



Slika 85. Sorta duhana VaDK

U daljnjem tekstu opisane su sorte koje se danas najviše uzgajaju u Hrvatskoj.

Danica je sorta priznata 2000. godine. Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY. Stabljika je nakon zalamanja viša od 165 cm. Na stabljici se formiraju 20-23 tamnije zelena lista za berbu. Listovi su kopljasti, naborani i izražene nervature. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada srednjoj grupi sazrijevanja. Osušeni listovi dobivaju limunsko žutu do narančastu boju. Potrebno im je nešto dulje vrijeme za žućenje. Danica ima visok potencijal prinosa (3 000 kg/ha). Srednji listovi u prosjeku imaju 1,8% nikotina, 1,6% ukupnog dušika, 4,6% bjelančevina i 21% reducirajućih šećera. Pušačka svojstva su zadovoljavajuća.

DH 10 hibridna je sorta priznata 1991. godine. Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY, plamenjaču i korijenovu trulež. Visina stabljike nakon zalamanja je između 150 i 160 cm. Na stabljici se formira 18-20 svjetlijih listova za berbu. List je ovalnog oblika. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada grupi ranog

sazrijevanja. Brzo se suši i manja je mogućnost da listovi budu zelenkaste boje nakon sušenja. Osušeni listovi dobivaju limunastu do narančastu boju. Budući da ima laganije tkivo i nešto niži potencijal za prinos (2 500 kg/ha), podnosi nešto jaču gnojidbu i veće doze dušika, bez posljedica na kvalitetu lista. DH 10 ima nešto viši sadržaj reducirajućih šećera, a manje nikotina i ukupnog dušika od Drave. Pušačka su joj svojstva zadovoljavajuća.

Drava je hibridna sorta priznata 1982. godine. Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY, plamenjaču i korijenovu trulež. Visina stabljike nakon zalamanja je između 155 i 165 cm. Na stabljici se formira 19-21 tamnije zeleni list za berbu. List je izduženog oblika i vrlo sadržajan. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada grupi umjereno ranog sazrijevanja. List se mora brati u punoj fiziološkoj zrelosti jer inače nakon sušenja ostane zelen. Osušeni listovi dobivaju narančastu boju. Drava ima visok potencijal prinosa (2 800 kg/ha) te više nikotina i ukupnog dušika. Pušačka su joj svojstva zadovoljavajuća.

VPK 1 hibridna je sorta priznata 2003. godine. Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY, plamenjaču i korijenovu trulež. Visina stabljike nakon zalamanja je između 155 i 165 cm. Na stabljici se formiraju 22-23 svjetlije zelena lista za berbu. List je eliptičnoga do ovalnog oblika, umjereno naboran i s umjereno izraženom nervaturom. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada grupi umjereno ranog sazrijevanja. Osušeni listovi dobivaju limunastu boju. Tkivo je umjereno sadržajno i lako se suši. Prinos je podjednak prinosu DH 10 (2 400 kg/ha). Pušačka su joj svojstva zadovoljavajuća.

VPK 2 hibridna je sorta priznata 2003. godine. Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY i plamenjaču. Visina stabljike nakon zalamanja je između 150 i 160 cm. Na stabljici se formira 24-25 izrazito zelenih listova za berbu. List je kopljastoga do ovalnog oblika, vrlo naboran i s jako izraženom nervaturom. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada srednjoj grupi sazrijevanja. Osušeni listovi dobivaju narančastu boju. Tkivo je sadržajno i potrebno je dulje vrijeme žućenja. Prinos je oko 2 700 kg/ha. Pušačka su joj svojstva zadovoljavajuća.

DH 12 hibridna je sorta priznata 2004. godine (sl. 86.). Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY. Visina stabljike nakon zalamanja je između 100 i 110 cm. Na stabljici se prosječno formiraju 22 lista za berbu. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada grupi umjereno ranog sazrijevanja. Osušeni listovi dobivaju narančastu boju. DH 12 ima visok potencijal prinosa (2 700 kg/ha). Pušačka su joj svojstva zadovoljavajuća.

DH 17 hibridna je sorta priznata 1996. godine (sl. 87.). Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY. Visina stabljike nakon zalamanja je između 100 i 110 cm. Internodiji su mu izrazito kratki. Na stabljici se prosječno formira 21 list za berbu. Listovi imaju izraženo srednje rebro i dosta su naborani. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada grupi srednje kasnog sazrijevanja. Osušeni listovi dobivaju narančastu boju. DH 17 ima visok potencijal prinosa (2 700 kg/ha). Pušačka su joj svojstva zadovoljavajuća.



Slika 86. Sorta duhana DH 12



Slika 87. Sorta duhana DH 17

DH 27 hibridna je sorta priznata 2007. godine (sl. 88.). Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY. Visina stabljike nakon zalamanja je između 110 i 115 cm. Internodiji

su mu dulji nego u DH 17. Na stabljici se prosječno formiraju 23 lista za berbu. Listovi su spiralno poredani na stabljici. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada grupi srednje kasnog sazrijevanja. Osušeni listovi dobivaju narančastu boju. DH 27 ima visok potencijal prinosa (2 850 kg/ha). Pušačka su joj svojstva zadovoljavajuća.

DH 29 hibridna je sorta priznata 2004. godine. Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY. Visina stabljike nakon zalamanja je između 100 i 110 cm. Na stabljici se prosječno formiraju 23 lista za berbu. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada srednjoj grupi sazrijevanja. Osušeni listovi dobivaju narančastu boju. DH 29 ima relativno visok potencijal prinosa (2 650 kg/ha). Pušačka su joj svojstva zadovoljavajuća.

DH 33 hibridna je sorta priznata 2004. godine (sl. 89.). Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY. Visina stabljike nakon zalamanja je između 110 i 115 cm. Na stabljici se prosječno formiraju 22 lista za berbu. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada srednjoj grupi sazrijevanja. Osušeni listovi dobivaju narančastu boju. DH 33 ima visok potencijal prinosa (2 800 kg/ha). Pušačka su joj svojstva zadovoljavajuća.



Slika 88. Sorta duhana DH 27



Slika 89. Sorta duhana DH 33



### 9.3.5. Sadnja

Duhan je jara (proljetna) kultura. U našim uzgojnim uvjetima sadi se od početka do polovice svibnja. Ranija sadnja daje veći prinos i bolju kvalitetu lista. Jednako tako, ranije posađen duhan ranije sazrijeva.

Sadnja se obavlja višerednim poluautomatskim sadilicama s hvataljkama (sl. 90.-95.) i ručno, na manjim površinama (sl. 96. i 97.).



Slika 90. Poluautomatska sadilica duhana



Slika 91. Izdvojena jedinica sadilice s hvataljkom



Slika 92. Sadnja duhana poluautomatskom četverorednom sadilicom



Slika 93. Presadnica duhana na sadilici



Slika 94. Sadnja duhana poluautomatskom osmerorednom sadilicom



Slika 95. Sadnja duhana poluautomatskom dvorednom sadilicom



Slika 96. Razmjeravanje površine za ručnu sadnju duhana



Slika 97. Ručna sadnja duhana

Duhan je širokoredna kultura. Kako bi mogao nesmetano rasti i razvijati se trebaju se uzeti u obzir svi bitni elementi rasta. Broj i raspored biljaka mora biti takav da korijenov sustav može maksimalno iskoristiti raspoloživu površinu tla (vodu i hraniva). Kako bi se postiglo maksimalno iskorištenje Sunčeve svjetlosti, biljke trebaju biti dovoljno razmaknute i razmještene ali tako da tvore potpun lisni pokrivač koji će zaustaviti Sunčevu energiju.

Razmak između redova iznosi od 100 do 120 cm (sl. 98.), a razmak presadnica unutar reda od 35 do 45 cm (sl. 99.). Često se ostavljaju poneki prazni redovi, što

omogućuje upotrebu određene mehanizacije za obradu, natapanje i berbu. Ti prazni redovi u osnovi ne utječu na prirodu i kvalitetu duhana.



Slika 98. Razmak između redova duhana



Slika 99. Razmak unutar reda duhana

Za postizanje visokih prinosa duhana izuzetno je važno posaditi optimalan broj biljaka po jedinici površine (gustoća sklopa). Gustoća sklopa kreće se između 22 000 i 28 000 biljka/ha.

U pravilnoj sadnji pup presadnice trebao bi biti 2,5-3 cm iznad tla. Zajedno s korijenom, u tlo se unese i dio hranidbenog supstrata, pa su te biljke otpornije, čak i na iznimno suhom tlu.

Neke će se biljke osušiti i treba ih nadomjestiti za tjedan dana ili prije. Biljke koje drugo jutro nakon sadnje ne stoje uspravno neposredno nakon izlaska sunca osušit će se ili su previše slabe da ostvare svoj puni potencijal rasta. Njih također treba odmah zamijeniti. Za popunu treba odabrati zdrave, čvrste i kvalitetne presadnice.

Dobri se rezultati postižu sadnjom uz zalijevanje, osim ako prije toga nije bilo jače kiše. Je li to isplativo ili nije, ovisi o dostupnosti vode i troškovima njezina dovođenja. Suvremene sadilice imaju i spremnik za vodu tako da se svakoj biljci može dati određena količina vode.

Količina vode će varirati prema stanju vlage i teksturi tla jer se zna da glinasto tlo treba četiri puta više vode od pjeskovitog, a kako bi se postigao poljski vodni kapacitet.

### 9.3.6. Njega duhana

U uzgoju duhana primjenjuju se sljedeće mjere njege: suzbijanje korova, natapanje, otkidanje cvata i zaperaka, borba protiv bolesti i štetnika.

#### 9.3.6.1. Suzbijanje korova

Jedan od važnijih činitelja uspješne proizvodnje duhana jest kontrola korova. Što su biljke mlađe, osjetljivije su na korov i stoga je uništavanje korova obvezna agrotehnička mjera. Korovi se mogu uništavati kultiviranjem (strojno), okopavanjem (ručno, sl. 100.) i herbicidima uz pomoć raznih vrsta prskalica (sl. 101.).



Slika 100. Ručno okopavanje duhana



Slika 101. Stroj za prskanje duhana u pokusima

Korijenje flue-cured duhana vrlo je plitko i mora mu se posvetiti velika pažnja. Formira se unutar dva tjedna nakon presađivanja duhana u polje. Pri prvom kultiviranju, koje se obično provodi u prva dva tjedna nakon sadnje treba se izbjegavati duboka obrada tla da se korijen ne ošteti. Nakon što biljka poraste, svako kultiviranje na udaljenost 8-10 cm od biljke postupno treba biti pliće. Pri posljednjoj kultivaciji tlo se rahli prilično duboko prema sredini reda i nagrtačima, disk plugovima ili rotirajućim kultivatorima najviše se nagrće oko biljaka. U našim se uzgojnim uvjetima obično provode dva

kultiviranja. Na slikama 102. i 103. prikazan je nasad duhana u fazi ukorijenjivanja biljke i u fazi formiranja biljke bez korova.

Kultiviranje se obavlja kultivatorom, a na gredicama se provodi tzv. roling kultivatorom, posebnim uređajem za obradu gredica. Najbolji su kultivatori s trokutaskim motičicama ili u obliku gušće noge. Obično se tlo između redova obrađuje kultivatorom, dok se uski sloj oko biljaka u redu okopava. Međutim, na velikim se površinama ručno okopavanje može preskočiti ili obaviti samo jedanput jer su troškovi te operacije visoki.



Slika 102. Duhan u fazi ukorijenjivanja biljke bez korova



Slika 103. Duhan u fazi formiranja biljke bez korova

Upotreba herbicida povećava prinos lista duhana, pri vlažnom je vremenu zatavljenje površine pod duhanom manje, širenje nekih tvrdokornih korova usporenije (*Ambrosia artemisiaefolia* L., *Solanum nigrum* L.), presađivanje se može završiti prije nego što se polje mora kultivirati radi uništavanja trave, broj kultiviranja može se smanjiti, manja su oštećenja na korijenu, potrebno je manje ljudskoga rada i potrebne mehanizacije (Hawks i Collins, 1994.).

Herbicidi se mogu upotrebljavati u duhanu prije ili nakon sadnje, ali se bolji učinci postižu unošenjem herbicida u tlo prije sadnje. Time se smanjuje broj kultiviranja i broj prohoda mehanizacije, što znači manje zbijanje tla, ali i manji utrošak rada.

Nakon sadnje duhana pojava korova može se uspješno suzbiti površinskom primjenom ili unošenjem herbicida u tlo. Primjena u trake često je ekonomičnija od primjene širom i nema problema s oštećenjem biljaka. Herbicidi se primjenjuje u trake širine 40 cm. Primjena herbicida nakon sadnje ovisi o kiši, radi njegova unošenja u tlo. Ako kiše ne bude za tjedan dana, treba provesti laganu kultivaciju.

Prije sadnje dodaju se herbicidi (Command 4 E 0,5 do 1,0 l/ha; Stomp 330 E (pendimetalin) 3,0 l/ha i Dual Gold 960 EC (metolaklor) 1,0 do 1,2 l/ha). Zaštita duhana od korova može se provoditi i do četiri puta tijekom vegetacije. Prva se zaštita obavlja osam dana nakon sadnje.

Herbicide treba jednolično unijeti u tlo. Brzina traktora (6 do 10 km/h), oblik tanjura i njegova veličina važni su za ravnomjerno unošenje herbicida u tlo. Najbolje su završne ili ravnajuće tanjurače s malim, okruglasto oblikovanim tanjurima. Nedostatak primjene herbicida jest moguća fitotoksičnost. Duhan je vrlo osjetljiv na neodgovarajuću uporabu herbicida. Prema nekim istraživanjima, herbicidi za duhan uneseni u tlo smanjuju početnu veličinu korijena za 15 do 30%, ali bez utjecaja na nadzemnu ujednačenost. Pri povećanju preporučenih doza oštećenja korijena su veća, što se odražava na neujednačeni nasad. Tip tla i klimatski uvjeti mogu utjecati na učinak herbicida i oštećenja duhana.

U nekim tlima i pri određenim klimatskim uvjetima postoji mogućnost duljeg zadržavanja rezidua herbicida u tlu, što može biti važno za plodored. Naime, neki herbicidi koji se primjenjuju za duhan (diphenamid) ne preporučuju se za pšenicu, a utvrđeno je da se taj herbicid u pjeskovitim ilovačama može zadržati na fitotoksičnoj razini 10 do 12 mjeseci.

### **9.3.6.2. Natapanje**

Voda je bitna za nesmetan rast i razvoj svake biljke, pa tako i duhana. Ako u kritičnim fazama rasta i razvoja duhana nema dovoljno kiše, smanjen je prinos i kvaliteta lista. Nedostatak vode nadoknađuje se natapanjem u obliku kišenja. Kišenje je najpogodnije (za duhan zbog raznih izvora vode za natapanje) jer se voda raspršuje u mnogo tankih mlazova, a količina vode se može dozirati, što je važno s obzirom na to da

je duhan osjetljiv na višak vode. Osim toga, moguće je odabrati broj natapanja i smanjiti ispiranje gnojiva iz tla..

Prema Hawksu i Collinsu (1994.), u SAD-u je natapani duhan dao 15% veći prinos, a postignuta je i 10% veća cijena duhanskog lista. I neka naša istraživanja to potvrđuju. Natapani duhan bit će svjetlije boje, tanjeg tkiva, imat će manje smole, nikotina, ukupnih alkaloida i dušika, ali i veći postotak reducirajućih šećera. Jednako tako, natapani će duhan imati veće listove s većim razmakom nodija, biljka će biti viša i imat će više listova za berbu. Slabije natapanje nakon presađivanja duhana u polje rezultirat će boljim primanjem presadnica i ranijim porastom. Smanjit će uvelost gornjih i podgorjelost donjih listova. Biljka će ranije sazreti (bit će otpornija na neke bolesti i štetnike i sušit će se tijekom povoljnijeg vremena). Sušenje će biti lakše.

Nedostatak vode očitovat će se ako nakon natapanja počne pljusak i nevrjeme, zbog čega se suvišna voda može u zoni korijena zadržavati, što pridonosi ispiranju hraniva i smanjenju prinosa i kvalitete lista.

Natapanje duhana ima veći učinak noću i kada se provodi u određenim fazama rasta i razvoja biljke (u fazi ukorijenjivanja duhana, u formiranja biljke i u fazi sazrijevanja listova duhana). U fazi ukorijenjivanja duhana u polju natapanjem se sliježe tlo oko korijena i ubrzava njegov rast. Smanjuje se šok presađivanja, listovi manje venu i ugibaju. Manja su oštećenja od gnojiva. Pridonosi se plićem razvoju korijena, što pozitivno djeluje na kvalitetu i prinos lista. Duhan najviše vode treba u fazi formiranja biljke (tijekom srpnja). Natapa se obično jedanput u tjednu (ovisno o opskrbljenosti tla vodom) sa 25 mm. U vrijeme sazrijevanja listova duhan treba natapati samo ako je velika suša. Tada list bolje sazrijeva (dušik se ispire iz zone korijena, voda manje oštećuje korijen i fiziološki su procesi u biljci brži).

Pravilo je da jače pjeskovita tla treba natapati češće i slabije, a teža i zbijenija rjeđe i s više vode. Natapanje duhana u Hrvatskoj obavlja se na razini od 40 do 60% poljskog kapaciteta tla za vodu. Ako duhan ne pokazuje znakove venjenja u 11 sati prije podne, u tlu vjerojatno ima dovoljno vlage i nije potrebna dodatna intervencija.

Voda za natapanje treba biti kemijski i biološki čista (inače se pojavljuje pocrnjenje stabljike). Voda iz vodovoda ili prirodnih izvora može u sebi sadržavati klor. Smatra se da je voda pogodna za navodnjavanje ako ima manje od 200 ppm soli.

Za natapanje danas uglavnom služe tifoni, samohodni sustavi s rasprskivačima određenog promjera kišenja (40 do 100 m). Uređaj se kreće poljem sam koristeći se za pogon vodom ili mehaničkom snagom. Duljina cijevi je različita i može iznositi od 100 do 400 m.

### 9.3.6.3. Otkidanje cvata i zaperaka

Merkantilni se duhan ne bi trebao granati i nije poželjno da stvara plod i sjeme. Ako se to dopusti, postrani pupoljci (zaperci) rastu iz pazuha listova. Zaperci (dva do tri iz svakog pupa) jače će tjerati kada se vegetativni vrh zalomi (stvaranje hormona u glavnom vršnom pupu i pupovima zaperaka).

Otkidanje vegetativnog vrha i sprečavanje rasta zaperaka daje poželjne promjene u osušenome duhanskom listu. Povećava se obujam korijena, smanjuje se težina gornjeg dijela stabljike, pa ona manje poliježe, smanjuje se otjecanje organskih i mineralnih tvari iz listova, pa se povećava težina i sadržajnost lista te se mijenja kemijski sastav gornjeg dijela stabljike (više nikotina i šećera).

Zalamanjem cvata postiže se 20% veći prinosi i bolja kvaliteta lista.

Otkidanje vrha se provodi u početku cvatnje ili u butonizaciji, u fazi 18 do 20 listova (sl. 104.). To znači da se obično zalome 2 do 4 vršna lista.

Ako proizvođač želi proizvesti laganiji duhan, svjetlije boje s umjerenim do nižim sadržajem nikotina, onda duhan ne zalama ili ga zalama visoko i kasnije. No, ako želi dobiti sadržajni duhan narančaste boje, s više nikotina, onda ga zalama dublje i ranije.

Zalamanje se provodi pomoću strojeva visokog prohoda - *klirensa* (tzv. topera, sl. 105.) ili ručno prije početka cvatnje i prve berbe. Time se smanjuje mogućnost većeg polijeganja biljaka i manja je pojava štetnika.



Prije zalamanja cvata može se obaviti kemijsko zalamanje (topiranje) sredstvima koja sprečavaju rast vegetacijskog vrha (fiziotropi). Primjenjuje se u nasadima s neravnomjernim rastom i cvatnjom, te na tzv. necvjetajućim ili mamut sortama. Provodi se kombinacijom sistemskih i kontaktnih fiziotropa, kad 18. do 20. list dosegne duljinu 15 cm. Nema daljnjeg razvoja vegetacijskog vrha, kao ni zaperaka. Prinos i cijena ručno i kemijskih zalomljenih duhana bitno se ne razlikuju. Sadržaj šećera također je približno jednak, ali je sadržaj nikotina niži u kemijski topiranih biljaka, pa je stoga i odnos šećer nikotin nešto viši. Tretiranje vegetacijskog vrha fiziotropima ima jednak učinak kao i zalamanje u ranoj fazi.



Slika 104. Pravilno zalomljen vrh duhana



Slika 105. Stroj za zalamanje duhana

Osim zalamanja obvezno se primjenjuju kemijska sredstva za sprečavanje rasta zaperaka (uništavaju mlade izbojke i vršni meristem u pazuhu lista tako da se zaperak ne može razviti). Zaperak se mora ukloniti do veličine 5 cm, jer će poslije toga učinak tretiranja biti znatno smanjen.

Po načinu djelovanja fiziotropi mogu biti kontaktni (ubijaju vršni meristem biljke) i sistemski (djeluju preko metabolizma biljke). Kontaktni su preparati viši masni alkoholi koji imaju 8 ili 10 atoma ugljika, a sistemski je hidrazid maleinske kiseline

(kalijeva sol). Mogu biti i njihova mješavina. U nas se prije zalamanja cvata primjenjuje kontaktni fiziotrop Fair 85 EC (3 do 5%) i sistemik Fair Plus SL (12 do 15 l/ha).

Problem uporabe hidrazida maleinske kiseline jesu ostaci preparata u suhom duhanu, a kreću se i do 158 ppm (nakon primjene 2,5 kg aktivne tvari/ha). U većini europskih zemalja granica ostataka u duhanskim proizvodima je 80 ppm. U cigaretama ih ima do 60 ppm, što je unutar dopuštene količine. Procesom sušenja smanjuje se razina hidrazida maleinske kiseline u duhanu.

Uklanjanje zaperaka ručno ili hidrazidom maleinske kiseline različito se odražava na kemijski sastav duhana. Tretiranje hidrazidom maleinske kiseline postiže se viši sadržaj šećera, a ručnim uklanjanjem zaperaka viši sadržaj alkaloida.

Prema nekim istraživanjima, hidrazid maleinske kiseline slabi aromu i moć punjenja flue-cured duhana, a povećava ravnotežnu vlagu.

#### **9.3.6.4. Suzbijanje bolesti**

Duhan napadaju brojne bolesti. Stupanj napada može biti beznačajan ili nasad biva potpuno uništen. Neke se bolesti pojavljuju povremeno, dok su neke stalne. Mjere za suzbijanje bolesti mnogobrojne su i različite. Potrebno je znati kako se uzročnik širi od mjesta do mjesta, kako nastaje zaraza i gdje uzročnik prezimljuje, te poznavati načine i postupke kojima se uzročnik može suzbiti. Program mjera zaštite mora biti unaprijed planiran. Samo kombinacijom mjera proizvođač može planirati djelotvornu i trajnu zaštitu od bolesti. Integralna zaštita bilja obuhvaća plodored, uništavanje stabljike i korijena, sadnju otpornih sorata i upotrebu zaštitnih sredstava. Cilj plodoreda u zaštiti duhana od bolesti jest da se uzročnicima bolesti što uspješnije oduzme prikladna biljka na kojoj se mogu hraniti i razmnožavati. Stoga je bitno voditi brigu o duljini plodoreda (što dulji to bolji) i izboru plodorednih usjeva (izabirati one usjeve koje ne napadaju uzročnici bolesti duhana). Uništavanjem stabljike i korijena duhana do kraja berbe smanjit će se širenje nematoda, virusa mozaika duhana, smeđe pjegavosti, pocrnjenja stabljike, bakterijskog venuća, Y virusa krumpira te nekih štetnika. Neke od mjera integrirane zaštite jesu i formiranje visokih i širokih gredica (bolja dreniranost tla i razvoj korijenova sustava), gustoća sadnje (rjeđa sadnja omogućuje bolje prozračivanje i bolje uvjete za

sušenje donjih listova), uravnotežena gnojidba (osobito dušikom), redosljed kultiviranja (zaražene usjeve treba obrađivati na kraju da se bolesti ne šire) i provođenje posljednjeg kultiviranja što je prije moguće (gljivična i bakterijska venuća prodiru u oštećeni korijenov sustav). Sadnja otpornih sorata vrlo je učinkovita pri napadu nematoda, Y virusa krumpira, virusa mozaika duhana, plamenjače, smeđe pjegavosti i crne korijenske truleži. Upotreba zaštitnih sredstava često je potrebna pri suzbijanju pocrnjenja stabljike, crne korijenske truleži, bakterijskog venuća i plamenjače duhana. Također, što je manje oštećenje od štetnika, biljka će biti otpornija na bolesti. Primjerice, manja oštećenja od žičnjaka pridonose većoj otpornosti na pocrnjenje stabljike ili manjem broju lisnih ušiju, što rezultira slabijim napadom virusa ili manjim brojem nematoda te manjim pocrnjenjem stabljike.

Navest ćemo samo najčešće bolesti duhana u svijetu.

#### **9.3.6.4.1. Gljivične bolesti**

##### **9.3.6.4.1.1. Polijeganje rasada ili klična padavica (*Pythium debarianum* Hesse)**

*Pythium debarianum* Hesse (polijeganje rasada ili klična padavica) najčešća je bolest presadnica duhana. Na korijenovu vratu i stabljici presadnice pojavljuju se smeđi vodenasti i truli dijelovi koji dovode do polijeganja nadzemnog dijela biljke. Ta se gljivica nalazi u vlažnom tlu i hranjivoj otopini i vrlo se brzo širi.

Zaražene biljke treba odstraniti iz hidropona. Sprečavanje širenja ove gljivice provodi se primjenom fungicida.

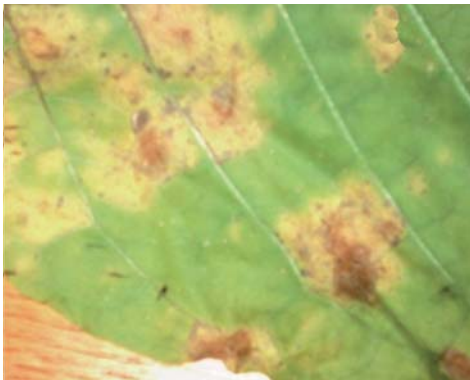
##### **9.3.6.4.1.2. Crna korijenova trulež (*Chalara ellegans* Naq Raj & W.B. Kendr.)**

*Chalara ellegans* Naq Raj & W.B. Kendr. (crna korijenova trulež) bolest je duhanskih presadnica i odraslog duhana. Gljivica napada korijen, koji postane crn i truli. Presadnice duhana obično ugibaju, dok odrasle biljke zaostaju u rastu. Štete su najveće za hladnoga i vlažnog vremena, te pri alkalnoj reakciji tla. Gljivica u tlu može živjeti godinama bez biljke domaćina.

Uspješno se suzbija plodoredom, sadnjom otpornih sorata i upotrebom fungicida. Danas postoje brojne sorte duhana otporne na tu bolest. Otpornost se prenosi dominantno.

#### 9.3.6.4.1.3. Plamenjača (*Peronospora tabacina* Adam)

*Peronospora tabacina* Adam (plamenjača) najpoznatija je gljivična bolest duhana (sl. 106. i 107.). U Europu je unesena 1960-ih prouzročivši katastrofalne štete. Pojavljuje se u lijevima i u polju duhana. Širi se konidijama za vlažnog vremena i pri nižim temperaturama. Prezimljuje u tlu toplijih južnih područja. Na listovima duhana uočavaju se veće ili manje pjege žućkaste boje. Na naličju lista pojavljuju se bijele navlake s konidijama. Na stabljici se pojavljuju duguljaste pjege tamne boje. Kada se ta bolest pojavi u lijevima biljke obično ugibaju (često zahvaća vegetativni vrh biljke). Suzbijanje plamenjače provodi se fungicidima (sistemicima i kontaktnim), uništavanjem biljnih ostataka i rjeđom sadnjom. Zaštita se često provodi i prije pojave bolesti ako vremenski uvjeti upućuju na to. Za zaštitu od peronospore rabi se fungicid Ridomil Gold MZ 68 WP – aktivna tvar metalaksil (2,5 kg/ha) i Acrobat MZ WP – aktivna tvar metalaksil (2,0 kg/ha). Najdjelotvorniji način suzbijanja plamenjače jest uzgoj otpornih sorata, kojih je danas u proizvodnji sve više. Otpornost na plamenjaču prenesena iz divljih vrsta poligenska je i prenosi se dominantno. Stoga se u proizvodnji uspješno uzgajaju i F<sub>1</sub> hibridi, otporni na tu bolest.



Slika 106. Plamenjača duhana – bijele navlake s konidijama na naličju lista



Slika 107. Plamenjača duhana - pjege žućkaste boje

#### 9.3.6.4.1.4. Crna noga (*Phytophthora nicotianae* (*parasitica*) Dastur)

*Phytophthora nicotianae* Dastur (crna noga) gljivična je bolest koja je veoma rasprostranjena u područjima uzgoja flue-cured duhana u SAD-u. Ta gljivica živi u tlu i

napada korijen i osnovu stabljike duhana. Oboljeli dio pocrni, istrune i uginu, a bolest se širi duž stabljike. Listovi počnu žutjeti i sušiti se. Bolest se širi zaraženim biljkama, vodom za natapanje i alatom, a spore bolesti prenose se vjetrom. To je bolest toplih područja i visoke vlage. Gljivica se suzbija uzgojem otpornih sorata, plodoredom (3 do 5 godina), proizvodnjom zdravih presadnica i upotrebom fungicida. Prema nekim istraživanjima, nasljeđivanje otpornosti je jednostavno i dominantno, prema drugima je kompleksno, a nađen je i recesivni tip nasljeđivanja. Sve ovisi o izvoru otpornosti.

#### **9.3.6.4.1.5. Gljivično venuće (*Fusarium oxysporum (nicotianae)* Schltdl.)**

*Fusarium oxysporum* Schltdl. (gljivično venuće) uzrokuje žućenje i sušenje listova s jedne strane biljke. Listovi nakon nekog vremena zakržljaju. Gljivično venuće je bolest toplog vremena. Prenosi se zaraženim presadnicama i preko tla. Parazit može dugo ostati u tlu. Suzbija se sadnjom otpornih sorata, plodoredom i fungicidima.

#### **9.3.6.4.1.6. Ranjavost stabljike (*Rhizoctonia solani* Kuhn)**

*Rhizoctonia solani* Kuhn (ranjavost stabljike) bolest je duhanskog rasada i odraslog duhana. Na stabljici se pojavljuju trula mjesta, što dovodi do polegnuća stabljike zbog krhkosti. Gljivica živi u tlu. Mora se suzbiti već u rasadu duhana, i to fungicidima.

#### **9.3.6.4.1.7. Trulež stabljike i korijena duhana (*Sclerotium rolfsii* Sacc)**

*Sclerotium rolfsii* Sacc (trulež stabljike i korijena duhana) očituje se stvaranjem smeđih udubljenja na stabljici duhana iznad površine tla. Uočljive su bijele micelijske naslage na pjegastim oštećenjima (lezijama). Za vlažna vremena vide se i sitni jantarno žuti sklerociji. Gljivica se širi tijekom vegetacije duhana, kada počne toplo vrijeme. Najuočljivija je tijekom berbe duhana. Listovi venu i ugibaju. Bolest se suzbija plodoredom (duhan se ne sadi nakon pamuka, soje i zemnog orašca) i odstranjivanjem zaraženih biljnih ostataka.

#### **9.3.6.4.1.8. Smeđa pjegavost (*Alternaria alternata (tenuis)* Keissl)**

*Alternaria alternata* Keissl (smeđa pjegavost) lisna je bolest duhana koja se prenosi zrakom. Prvi znakovi zaraze pojavljuju se na donjim listovima u obliku malih kružnih isušenja koja se postupno povećavaju. Središte zaraze odumire i postaje smeđe.

Mrlje se šire po cijelom listu. Bolest se brže širi tijekom kišnog vremena. Suzbija se plodoredom, odstranjivanjem zaraženih dijelova biljaka (prezimpljuje na ostacima), uzgojem tolerantnih sorata, branjem zaraženih listova, fungicidima i prskanjem sa hidrazidom maleinske kiseline.

#### 9.3.6.4.1.9. Pepelnica (*Erysiphe cichoracearum* DC)

*Erysiphe cichoracearum* DC (pepelnica) sporadična je gljivična bolest duhana koja uzrokuje bijele naslage konidija na listu (sl. 108.). Na oštećenom se listu kasnije pojave smeđe pjege. Konidije se prenose zaraženim biljnim ostacima i vjetrom. Pogoduje joj toplije vrijeme, s nižom relativnom vlagom zraka. Suzbija se sadnjom otpornih sorata, odstranjivanjem zaraženih biljnih ostataka i fungicidima.



Slika 108. Pepelnica duhana

#### 9.3.6.4.2. Bakterijske bolesti

##### 9.3.6.4.2.1. Divlja vatra ili plamac (*Pseudomonas tabaci* Wolf & Foster)

*Pseudomonas tabaci* Wolf & Foster (divlja vatra ili plamac) najčešća je bakterijska bolest duhana. Pojavljuje se u rasadu i na polju. Na listovima biljaka nastaju klorotični prstenovi koje okružuju smeđe nekrotične pjege. Katkad se pjege spajaju čineći nepravilna mrtva područja. List izgleda kao da je spržen. Lezije se mogu pojaviti i na stabljici, cvijetu ili tobolcu. Širenju te bolesti pogoduje vlažno i toplo vrijeme. Suzbijanje bolesti provodi se odstranjivanjem zaraženih dijelova biljaka (može u njima prezimiti),

sadnjom otpornih sorata i upotrebom bordoške juhe ili sredstava na bazi bakra. Bolest se može prenijeti i sjemenom.

#### **9.3.6.4.2.2. Bakterijsko venuće (*Pseudomonas solanacearum* Smith)**

*Pseudomonas solanacearum* Smith (bakterijsko venuće) širi se tijekom toploga i vlažnog vremena. Napadi su jači ako je korijen oštećen napadom nematoda. Zaraza je najočitija nakon sušnog razdoblja. Ta bakterijska bolest napada i druge kulture iz porodice pomoćnica, kao i korove (ambrozija). Bolest se očituje venjenjem i zaostajanjem listova u rastu na jednoj strani biljke. Stabljika duhana ostaje uspravna, s mrtvim listovima koji na njoj vise. Prema tome, obolijeva provodno tkivo (pojavljuje se sluzavi iscjedak u obliku kapljica). Suzbija se sadnjom otpornih sorata, plodoredom, suzbijanjem nematoda, dreniranjem tla i upotrebom kemijskih sredstava.

#### **9.3.6.4.2.3. Šuplja stabljika (*Erwinia carotovora* Winslow et al.)**

*Erwinia carotovora* Winslow et al. (šuplja stabljika) brže se širi za vlažna i sparna vremena nakon otkidanja cvata. Srž stabljike posmeđi, omekša, istrune i uginge. Listovi počinu venuti od vrha prema dolje i nakon nekog vremena otpadnu. Jedna od mjera suzbijanja te bolesti jest to da se cvat i zaperci ne otkidaju za vlažna i sparna vremena.

#### **9.3.6.4.3. Virusne bolesti**

##### **9.3.6.4.3.1. Virus mozaika duhana (Tobacco mosaic virus - TMV)**

Tobacco mosaic virus (virus mozaika duhana) najrasprostranjeniji je virus na duhanu (sl. 109. i 110.). Prenosi se mehanički (dodirom između oboljelih i zdravih listova rukama, alatom, strojevima). Ne prenose ga kukci ni drugi vektori, a ne prenosi se ni sjemenom ili peludom. Pojavljuje se i na drugim biljkama iz porodice pomoćnica te na nekim korovima. Znakovi bolesti su mozaični lik s izmjeničnom svijetlom i tamnom zelenom bojom. Šarenilo zelenih boja bolje se uočava na mladim listovima. Napadnuti listovi sporije rastu, a na listovima se mogu pojaviti i opeklinae. List se često deformira. Virus mozaika duhana vrlo je postojan i jedan je od najinfektivnijih biljnih virusa. Rijetko se primjećuje u lijevama jer se simptomi na listu još ne uspiju razviti. Ako se zaraza pojavi u rasadu, rukovanjem se može prenijeti na ostale biljke. Virus se suzbija

proizvodnjom bezvirusnih presadnica (pranje ruku i alata mlijekom) i pravilnom zdravstvenom higijenom tijekom proizvodnje duhana (bar dvije godine izbjegavati polja koja su prethodno bila zaražena virusom te uništavati biljne ostatke). Virus se, dakle, suzbija pravilnim plodoredom (prezimlje na biljnim ostacima) i uzgojem otpornih sorata duhana (otpornost je kontrolirana jednim parom gena i u potomstvo se prenosi dominantno, pa se u borbi protiv tog virusa uspješno mogu primijenjivati F<sub>1</sub> hibridi).



Slika 109. Virus mozaika duhana – virginia

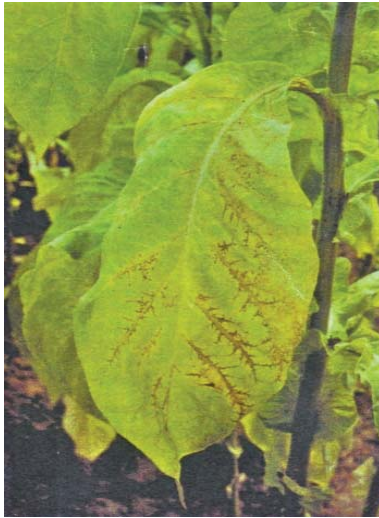
Slika 110. Virus mozaika duhana - burley

#### 9.3.6.4.3.2. Y virus krumpira (Vein banding - PVY)

Vein banding (Y virus krumpira) najopasniji je virus duhana (sl. 111.). Naziva se još i crtičava nekroza. Napada i ostale biljke iz porodice pomoćnica. Ima više sojeva, a najrašireniji je nekrotički soj Y<sup>N</sup>. Nakon zaraze pojavljuje se blijedilo žila te bjelkasta i smeđa nekrotična područja uz glavnu žilu. Primarne žile postaju smeđe, listovi sazrijevaju prije vremena, požute i objese se. Stabljike pri dnu mogu nekrotizirati. Nekrotični soj uzrokuje snažnu sistemičnu nekrozu rebara listova. Bolest se najčešće prenosi lisnim ušima – breskvina lisna uš (*Myzus persicae* Sulzer), a može i mehanički. Ne prenosi se sjemenom. Jača pojava te zaraze moguća je kada se duhan uzgaja u područjima s blagim zimama (ranija pojava insekata). Širenju ove bolesti ne pogoduje previše hladno ni previše toplo vrijeme. Virus se suzbija uzgojem otpornih sorata



(otpornost je recesivna i monofaktorijska), zdravih presadnica, odstranjivanjem korova i domaćinskih biljaka za PVY u blizini duhana (pomoćnice) te zaštitom od štetnika (vektora) sistemskim sredstvima. Međutim, neke sorte otporne na jedan soj virusa mogu biti osjetljive na drugi (vezanost s otpornošću na nematode i na plamenjaču).



Slika 111. Y virus krumpira

#### **9.3.6.4.3.3. Virus prstenastog venuća rajčice (Tomato spotted wilt virus - TSWV)**

Tomato spotted wilt virus (virus prstenastog venuća rajčice) prenosi se tripsima (*Thrips tabaci* Lind.). Ličinke prihvaćaju virus, a prenose ga odrasli insekti. Ne prenosi se na potomstvo. Kako trips ima više generacija godišnje, zaraza se može pojaviti od rasada do kraja vegetacije duhana. Ne prenosi se sjemenom. Domaćini virusa su mnoge korovske biljke. Simptomi bolesti očituju se u obliku koncentričnih nekrotičnih prstenova i nekrotičnih pjega na mlađem lišću. U početku su pjege žučkastozelene, a kasnije uginula područja postaju crvenkastosmeđa. Zaražene biljke zaostaju u rastu. Virus se suzbija uništavanjem tripsa i korova. Otpornih sorata na tu bolest za sada nema.

#### **9.3.6.4.3.4. Virus mozaika krastavca (Cucumber mosaic virus - CMV)**

Cucumber mosaic virus (virus mozaika krastavca) prema simptomima je sličan virusu mozaika duhana. Prenosi se najčešće lisnim ušima, ali i sokom oboljelih biljaka.

Ne prenosi se sjemenom. Ima velik broj domaćina na kojima prezimljuje. Pogoduju mu visoke temperature, jača dnevna svjetlost i obilnija gnojidba dušikom. Simptomi bolesti očituju se obezbojenjem između žila i prošaranom površinom lista. Suzbija se uništavanjem lisnih ušiju i sadnjom otpornih sorata.

#### **9.3.6.4.3.5. Virusna pjegavost (Tobacco etch virus - TEV)**

Tobacco etch virus (virusna pjegavost) očituje se slabijom poprskanošću mrljama, s izmjeničnom svjetlom i zelenom bojom gornjih listova. Klorotične šare i mrlje sitnije su od onih prouzročenih mozaikom. Biljke ne zaostaju u rastu. Virus se suzbija uništavanjem lisnih ušiju i korova koji su domaćini virusa. Neke su sorte tolerantne na taj virus.

#### **9.3.6.4.4. Nematode**

Duhan najčešće napadaju nematode koje stvaraju zadebljanja na korijenu (*Meloidogyne*) – nematode korijenovih kvržica, i smeđa korijenska trulež (*Pratylenchus*) – livadske nematode. Najveće štete uzrokuju nematode korijenovih kvržica. Najčešća je *M. incognita*, a osim nje pojavljuje se još *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. acrita* i *M. hapla*. Na korijenu nastaju zadebljanja u obliku kvrga, koje mogu biti sitne kao glavice igle, ali i nekoliko puta veće od debljine korijena. Zaražene biljke zaostaju u rastu i ostanu niže od 35 cm. Na korijenu se u kasnijim fazama pojavljuju crne rane. Razvoju nematoda pogoduju više temperature. Nematode mogu imati nekoliko generacija godišnje. Što je napad raniji, štete su veće. Većinom se šire mehanički (alatom, vodom, presadnicama).

Za suzbijanje nematoda primijenjuje se plodored, duboka obrada tla i zaoravanje stabljike i korijena, sadnja otpornih sorata i kemijska sredstva. Najbolje pretkulture za plodored jesu žitarice, posebno zob, koja prema nekim istraživanjima izlučuje tvari što toksično djeluju na nematode. Dubokom obradom tla nematode se izbacuju na površinu, a njihova jajašca i ličinke nakon nekoliko sati izloženosti suncu ugibaju.

Postoje sorte duhana otporne na nematode, ali treba istaknuti da otpornost na jednu vrstu ne znači istodobno i otpornost na ostale vrste. Otpornost je uvjetovana jednim parom gena i prenosi se dominantno pa je relativno jednostavno dobiti otpornu sortu.

### 9.3.6.4.5. Parazitske cvjetnice

#### 9.3.6.4.5.1. Zumbul ili volovod (*Orobanche spp.*)

*Orobanche spp.* (zumbul – volovod) najpoznatija je parazitna cvjetnica koja napada duhan. Najčešće su vrste *O. ramosa* i *O. minor* (sl. 112.). Biljka je bjeličaste do žućkaste boje, visine do 45 cm. Razvija se na korijenu duhana jer nema vlastitoga korijenova sustava. Na taj način crpi hranivo iz korijena duhana, što utječe na slabiji razvoj biljke duhana i smanjenje prinosa. Katkad na jednoj biljci duhana može biti deset ili više biljaka zumbula sraslih zajedno u busen. Širi se sjemenom, a jedan busen zumbula na zaraženoj biljci duhana može stvoriti više od milijardu sjemenki. Sjeme klija samo u dodiru s korijenom biljaka duhana. U tlu može dormantno ostati i do 15 i više godina. Prenosi se vodom za natapanje, stajskim gnojem, alatom i sl. Za suzbijanje te cvjetnice korisni su višegodišnji plodored, sjetva kultura koje stimuliraju klijanje ali nisu domaćini zumbula (lan), duboko oranje (unošenje sjemena u dublje slojeve gdje ne može proklijati) i herbicidi (glyphosat) kojima se prska biljka domaćin u vrlo niskoj koncentraciji (zumbul ugiba nakon klijanja, a biljka domaćin znatnije se ne oštećuje).



Slika 112. *Orobanche minor* – parazitska cvjetnica na korijenu duhana

#### **9.3.6.4.5.2. Vilina kosica (*Cuscuta alba*)**

*Cuscuta alba* (vilina kosica) biljni je nametnik koji se razmnožava sjemenom. Na presadnicama stvara žućkaste končaste izdanke koji se ovijaju oko biljčica. Posebnim apsorbirajućim organima - haustorijama, koji su adventivno korijenje, crpi hranu iz biljčica koje zaostaju u rastu, a mogu i uginuti. Prskanjem lijeha zaštitnim sredstvima najuspješnije se uništava sjeme viline kosice, a ako se pojavi u rasadu, treba je počupati i uništiti prije nego se osjemeni.

#### **9.3.6.4.6. Bolesti fiziološkog podrijetla**

Nezarazna pjegavost duhana (weather fleck) pojavljuje se kao posljedica visoke koncentracije ozona u zraku (veća industrijska onečišćenja, posebno dušikovim oksidima). U početku se na duhanu pojavljuju sitne crne pjege, koje nakon tri dana posmeđe, a zatim na donjim listovima pobijele. Pri najjačim napadima može biti oštećena polovica lista (pjege se spajaju). Neke su sorte tolerantnije na tu bolest. Dušična gnojidba mora biti umjerena. Određena zaštita može se postići prskanjem sredstvima koja sadržavaju antioksidanse.

#### **9.3.6.5. Suzbijanje štetnika**

Štetnici napadaju duhan od sjetve pa do svršetka berbe, a često i u skladištima. Ukratko ćemo opisati najvažnije štetnike duhana.

##### **9.3.6.5.1. Štetnici u lijevama**

###### **9.3.6.5.1.1. Leteći duhanski kornjaš ili duhanov buhač (*Epitrix hirtipennis* Melsh.)**

*Epitrix hirtipennis* Melsh. (leteći duhanski kornjaš ili duhanov buhač) napada mlade biljčice duhana (ličinke buše stabljike i korijen, a odrastao štetnik grize listiće). Taj štetnik prezimljuje na starim stabljikama duhana, gdje na vlažnim mjestima polaže jaja. Odrastao štetnik ima žućkastosmeđa krila, s tamnijim područjima.

###### **9.3.6.5.1.2. Duhanske mušice (*Hydrobaenun spp.* Alch.)**

*Hydrobaenun spp.* Alch. (duhanske mušice) čine štete na korijenu duhana praveći legla u površinskom sloju tla. Štetu nanose ličinke. Štetnici su nalik na komarce.

#### **9.3.6.5.1.3. Povrtlarski žižak (*Listroderes costirostris obliquus* Klug)**

*Listroderes costirostris obliquus* Klug (povrtlarski žižak) jede mlade listove i stabljiku duhana (nepravilne rupe na plojki). Štete rade ličinke i odrasli kukci. Prezimljuje na kupusnjačama. Žižak je smeđe do sivkastosmeđe boje, sa svjetlim znakom u obliku slova V na stražnjem dijelu tijela. Ima produženu njušku.

#### **9.3.6.5.1.4. Rovac (*Gryllotalpa hexadactyla* Perty)**

*Gryllotalpa hexadactyla* Perty (rovac) jede korijen i buši hodnike u površinskom sloju tla. Štetnici su baršunasto smeđe boje, s kraćim gornjim krilima. Donja su im krila dulja i mrežasta.

#### **9.3.6.5.1.5. Zelena lipanjska buba (*Cotinis nitida* L.)**

*Cotinis nitida* L. (zelena lipanjska buba) uništava korijenje mladih biljčica duhana. Ličinke rade štete u gustom usjevu.

### **9.3.6.5.2. Štetnici u polju**

#### **9.3.6.5.2.1. Duhanski žičnjak (*Conoderus vespertinus* F. i C. Falli.)**

*Conoderus vespertinus* F. i C. Falli. (duhanski žičnjak) hrani se korijenom i stabljikama duhana netom posađenog u polje. Ličinke ovog kukca rade velike štete.

Katkad su štete izrazito velike i taj se štetnik obvezno mora suzbijati insekticidima.

#### **9.3.6.5.2.2. Crna sovica (*Agrotis ypsilon* Hufnl.)**

*Agrotis ypsilon* Hufnl. (crna sovica) grize korijenje i stabljike mladih biljčica duhana. Ličinke se hrane noću ili za oblačnih dana. Jaja polažu u zatravljenim površinama, a napad se povećava sa zakorovljenošću tla. Štete znaju biti velike.

#### **9.3.6.5.2.3. Crv duhanske stabljike (*Crambus* spp.)**

*Crambus* spp. (crv duhanske stabljike) jede površinski dio stabljike duhana. Na stabljici ostaje svilenkasti trag. Štete radi gusjenica, koja se brzo kreće kroz tlo. Mekana je i prekrivena grubom dlakom. Štetnik preživljava u zakorovljenom usjevu.

#### **9.3.6.5.2.4. Bjeloresa buba (*Graphognathus spp.*)**

*Graphognathus spp.* (bjeloresa buba) jede duhansko korijenje. Ličinke su brojne ako je pretkultura mahunarka. Odrasli je kukac tamnosiv s bijelim prugama sa strane.

#### **9.3.6.5.2.5. Duhanski rogati crv (*Manduca sexta L.*)**

*Manduca sexta L.* (duhanski rogati crv) najopasniji je štetnik na odraslom duhanu i u potpunosti može oštetiti duhanski list. Prezimljuje u tlu u obliku kukuljice. Odrastao se kukac pojavljuje u svibnju i lipnju.

Štete nanose ličinke. Mogu imati i do tri generacije godišnje. Prva generacija stvara štete na ranijim sortama duhana, a druga na srednje ranim i kasnijim sortama. Treća generacija obično se pojavljuje na zapercima.

Jedna od mjera uništavanja tog štetnika jest rano odstranjivanje stabljika iz polja, a učinkovito je kemijsko uništavanje zaperaka.

#### **9.3.6.5.2.6. Crv duhanskog pupa (*Heliothis virescens F.*)**

*Heliothis virescens F.* (crv duhanskog pupa) jedan je od najopasnijih štetnika duhana. Gusjenice jedu vršne pupoljke duhana i listovi ostaju potrgani i iskrivljeni. Štetnik ima više generacija godišnje. Ličinka tijekom zime ostaje začahurena u tlu. Leptir je sivkastozelene ili svjetlosmeđe boje.

#### **9.3.6.5.2.7. Breskvina zelena uš (*Mysus persicae Sulzer*)**

*Mysus persicae Sulzer* (breskvina zelena uš) siše sokove listova duhana (sl. 113.). Pojavljuju se na duhanu od sjetve do završetka berbe, ali ih najviše ima na biljci u vrijeme zalamanja i za hladna i oblačna vremena. Duhan napadnut lisnim ušima daje manji prinos i ima slabiju kvalitetu lista. Lisne uši na listovima ostavljaju izlučevine na kojima se može naseliti plijesan. Taj štetnik prenosi virusne bolesti.

U nas se lisne uši suzbijaju sa insekticidom Mospilanom – aktivna tvar acetamiprid (300 g/ha), Confidorom SL 200 – aktivna tvar imidakloprid (300 ml/ha), Actarom 25 WG-om - aktivna tvar tiametoksam (200 g/ha) i dr.



Slika 113. Lisne uši na duhanu

#### **9.3.6.5.2.8. Zrikavac četverotočkasti (*Oecanthus nigricornis quadripunctatus* Beut)**

*Oecanthus nigricornis quadripunctatus* Beut (zrikavac četverotočkasti) jede listove duhana stvarajući na njima rupice. Polaže jaja u stabljiku ispod cvjetnog pupa, a pokatkad i u glavno rebro duhana. Listovi se mogu i slomiti na mjestu polaganja jaja. Odrasli kukac pojavljuje se u lipnju i srpnju i izgleda kao skakavac.

#### **9.3.6.5.2.9. Crv duhanskog lista ili krumpirov moljac (*Phthorimaea operculella* Zell)**

*Phthorimaea operculella* Zell (crv duhanskog lista ili krumpirov moljac) buši tkivo između gornje i donje površine lista stvarajući mrlje.

Štetu rade ružičaste gusjenice. Kako taj moljac napada i krumpir, duhan se ne bi smio saditi u blizini krumpira.

#### **9.3.6.5.2.10. Japanski sjajnik (*Popilla japonica* Newman)**

*Popilla japonica* Newman (japanski sjajnik) napada listove duhana. Taj sjajni metalnozeleni i bakrenasto obojeni kornjaš prezimljuje kao ličinka u tlu. Radi štete tijekom ljeta.

#### **9.3.6.5.2.11. Kupusni resiĉar (*Trichoplusia spp.* Hbn.)**

*Trichoplusia spp.* Hbn. (kupusni resiĉar) jede listove duhana stvarajući velike rupe. Hrani se na duhanu sliĉno kao i rogati duhanski crv.

#### **9.3.6.5.2.12. Zelena smrdljiva buba (*Nozara viridula* L.)**

*Nozara viridula* L. (zelena smrdljiva buba) probode rilom biljno tkivo između Źilica na listu i hrani se biljnim sokovima. Listovi venu, a kasnije se na njima mogu pojaviti i smeđe pjege. Źtete rade odrasli kukci.

#### **9.3.6.5.2.13. Duhanov trips resiĉar (*Trips tabaci* Lind.)**

*Trips tabaci* Lind. (duhanov trips resiĉar) napada duhan od rasada do kraja berbe. Oštećuje epidermalni sloj lista na kojemu ostaju bijele pjege ili Źare uz lisna rebra. List oštećen tripsom mnogo je slabije kvalitete, bez sadržajnosti, elastiĉnosti, često ostaje zelenkast, a izgubi do 35% teŹine. Trips je i prijenosnik virusa prstenastog venuća rajĉice, a ima 4-5 generacija godišnje. Źtete rade liĉinke.

#### **9.3.6.5.2.14. Mjere suzbijanja Źetnika**

Moguća su četiri osnovna tipa mjera u borbi protiv Źetnika:

- tehnološke mjere
- biološke mjere
- upotreba insekticida koji se unose u tlo
- primjena insekticida na biljkama duhana

Od tehnoloških mjera poduzima se uništavanje ostataka biljaka na kojima prezimljuju Źetnici, npr. kupusa, goruŹice ili Źtavelji, usklađuju se datumi sadnje ovisno o pojavi Źetnika (crv duhanskog pupa napada rano posađen duhan, a rogati duhanski crv kasno zasađen duhan), pazi se da gnojidba duŹikom bude optimalna (npr. napad rogatoga duhanskog crva jaĉi je uz preobilnu gnojidbu), rano se otkida cvat i spreĉava rast zaperaka (manje je crva duhanskog pupa, rogatog crva, lisnih uŹiju i tripsa), izbjegava se sadnja duhana uz pojaseve livada nastanjene skakavcima, rano se uništavaju stabljike i korijeni duhana nakon berbe (manje je crva duhanskog pupa i rogatog crva) te se poŹtuju svi uzgojni postupci u sadnji duhana.



Biološke mjere obuhvaćaju upotrebu korisnih kukaca (grabežljivaca i nametnika). Primjerice, mala osica (*Campoletis*) može uništiti i do 80% crva duhanskog pupa, a druga osica (*Apanteles*) i do 90% duhanskog rogatog crva. Jednako tako, hodajuća se buba hrani njihovim jajima. Pri uporabi sistemskih insekticida treba paziti da se ti korisni kukci ne unište, ne upotrebljavati ih odmah nakon sadnje i ne upotrebljavati one koji uništavaju korisne kukce.

Insekticidi koji se primijenjuju u tlu suzbijaju žičnjake, crve duhanskog pupa, duhanske rogate crve, leteće duhanske kornjaše i nematode. Prije odluke o uporabi sistemskih insekticida treba uzeti u obzir ove činjenice: sistemici osiguravaju djelomičnu zaštitu od napada štetnika ili odgađaju potrebu kasnijeg tretiranja, većina sistemika zaštićuje duhan samo od jednoga ili dvaju štetnika, zaštita ne traje cijelu sezonu, neki sistemici uništavaju i korisne kukce pa će prskanje biti nepotreban izdatak ako se štetnici ne pojave. Najveće štete u tlu rade žičnjaci (ličinke prugastog klisnjaka). Kemijsku zaštitu treba provoditi ako su se žičnjaci pojavili i godinu dana ranije, ako je pretkultura bila žitarica i ako je tlo bilo zakorovljeno. Tretiraju se i tla na kojima se pojavljuje bakterijsko venuće i pocrnjenje stabljike. Sredstvo mora biti širom raspršeno i uneseno u tlo do dubine 15 cm dva tjedna prije sadnje. U nas se koristi Dursban E 48 (klorpirifos-etil) i Pirifos 48 EC (klorpirifos-etil), u količini od 2 do 3 l/ha.

Da bi se spriječio veći napad štetnika na listu i stabljici duhana, upotrebljavaju se insekticidi. Točka u kojoj se isplati zaštita od štetnika insekticidima naziva se prag odluke i on se stalno mijenja. U SAD-u vrijede ovi pragovi odluke:

- zaštita od sovetica, povrtnih žižaka, rovaca i puževa isplati se ako je 5% ili više biljaka uništeno ili znatno oštećeno četiri tjedna nakon sadnje,
- zaštita od buhača isplati se ako su na jednoj biljčici četiri ili više buhača, odnosno na odrasloj biljci više od 60 buhača,
- zaštita od crva duhanskog pupa isplati se kada je zaraženo 10% ili više biljaka,
- zaštita od lisnih ušiju isplati se kada 25% ili više biljaka ima 50 ili više lisnih ušiju na listu,

- zaštita od duhanskog rogatog crva isplati se kada je najmanje jedan crv na svakih deset biljaka.

Da bi se uspješno poštovali pragovi odluke, treba motriti broj štetnika u polju. Na parceli manjoj od 1,5 ha treba osam puta pregledati do pet biljaka, na parceli od 1,5 do 3 ha, deset puta po pet biljaka, a parcele veće od 3 ha treba pri pregledu podijeliti na pola. Kada tražimo crva duhanskog pupa, treba pažljivo otvoriti pup i provjeriti ima li štetnika i oštećenja. Lisne uši tražimo na donjoj strani listova. Kada tražimo duhanskoga rogatog crva, treba pregledati cijelu biljku i ustanoviti ima li oštećenja i koje su veličine crvi (jesu li veći od 2,5 cm). Tražimo li letećeg kornjaša, treba naći oštećenja na biljkama i utvrditi broj štetnika. Katkad parcele treba provjeravati češće (više puta tjedno).

#### **9.3.6.5.3. Štetnici u skladištu**

Insekti mogu nanijeti štete duhanu i u skladištima. Dva su osobito opasna - duhanski moljac i duhanski žižak, i uglavnom se provode mjere zaštite od njih.

##### **9.3.6.5.3.1. Duhanski moljac (*Ephestia elutella* Hlbn.)**

*Ephestia elutella* Hlbn. (duhanski moljac) jede suhi duhanski list i na njemu radi rupe. Štete čini bjelkasta ličinka, koja ujedno onečišćuje list različitim izlučevinama. Više joj pogoduju duhani s visokim sadržajem šećera i nižim sadržajem nikotina.

##### **9.3.6.5.3.2. Duhanski žižak ili duhanar (*Lasioderma serricorne* F.)**

*Lasioderma serricorne* F. (duhanski žižak ili duhanar) najveći je štetnik uskladištenog duhana. Mala žućkasto-dlakava ličinka jede duhanske listove praveći na njima rupice. Štete radi i odrasli insekt. Taj štetnik ima godišnje 5-6 generacija. Ako su mu uvjeti povoljni, stalno se razmnožava, tako da se u svako doba godine mogu naći svi stadiji štetnika - jaja, ličinke, kukuljice i odrasli insekti.

Žižak ne napada samo suhi duhan već cijeli niz duhanskih proizvoda - cigarete, cigare, duhan za žvakanje i burmut.

Prilagođava se nepovoljnim vanjskim uvjetima i otporan je na neke toksične supstancije. Stoga uvijek postoji opasnost da se duhansko skladište očišćeno od štetnika unošenjem svježije robe zbog neadekvatnih higijenskih mjera ponovno zarazi.

Moderne metode za suzbijanje tih štetnika temelje se na programu integrirane zaštite. Preventivne mjere obuhvaćaju uklanjanje duhanskog otpada i prašine, izradu mehaničkih prepreka kojima se sprečava ulazak insekata u skladište, odvojena skladišta za novopristigle pošiljke duhana, skladištenje duhana u različitim prostorijama prema tipu i godini i dr.

Redovito se prati i populacija štetnika te se poduzimaju mjere zaštite radi uništavanja svih oblika insekata. Kontrola populacije može se provoditi fizičkim, kemijskim i biološkim metodama. Temperaturama od 60 °C u trajanju pet minuta tijekom vlaženja u obradi uništava se do 90% svih stadija insekata. Ako se duhan i duhanski proizvodi u skladištu drže na temperaturi od 4 °C tijekom 90 dana, također se znatno smanjuje populacija ovih štetnika.

Najdjelotvornije su kemijske mjere (insekticidi ili fumiganti). Primijenjuju se skladišni insekticidi na bazi diklorvosa (DDVP) ili piretroida, koji se mogu upotrebljavati sami ili u kombinaciji s drugim insekticidima. Od fumiganata najviše se upotrebljavaju fosforni spojevi koji oslobađaju fosforovodik PH<sub>3</sub> (preparat je fostoksin ili aluminijev fosfid). Ne djeluju na kvalitetu duhana, ali moljci postaju otporni na njih. Moguća zamjena za njih su inertni plinovi, npr. CO<sub>2</sub> ili dušik, ali je njihova primjena komplicirana, skupa i dugo traje.

U novije se vrijeme za suzbijanje skladišnih štetnika počinju upotrebljavati preparati slični hormonima, koji induciraju promjene u ciklusu metamorfoze insekata. Takav je, primjerice, methopren (preparati Kabat i Dianex) u SAD-u, koji sprečava prelazak ličinke u stadij kukuljice (Douglas i Ross, 1990.). Dodaje se do 5 ppm tog sredstva za zaštitu uskladištenog duhana tijekom dvije godine. Nema negativnog učinka na kvalitetu duhana.

### **9.3.7. Berba**

Duhan tijekom rasta i razvoja formira i razvija listove. Starenjem listova smanjuje se fotosinteza, listovi postupno gube svoju funkciju, te počinje razgradnja organske tvari i propadanje tkiva. Duhan zrije između smanjenja fotosintetične aktivnosti i početka

razgradnje organske tvari. Tada listove treba početi brati jer su u optimalnom stanju za sušenje (sl. 114. i 115.). Branje se višestruko ponavlja zbog postupnog sazrijevanja listova.



Slika 114. Listovi za berbu na duhanu tipa burley



Slika 115. Obrani listovi duhana tipa virginia

Listovi počinju polako mlohavjeti i otklanjati se od stabljike. Zreli su listovi oni koji mijenjaju zelenu boju u svjetložutu ili žutu i lako se otkidaju od stabljike. Primjerice, u flue-cured duhana na površini lista, od vršnih rubova prema bazi pojavljuje se blijedožućkasta boja. List se bere kada 80% njegove površine dobije žućkastozelenu boju, a donja polovica srednje žile mliječno bijelu boju. Prvi donji listovi na duhanu počinju sazrijevati oko dva mjeseca nakon sadnje. Svaka dva dana sazrijeva po jedan list na stabljici. Obično se beru dva do četiri zrela lista svakih 7 do 14 dana. Svi listovi na biljci oberu se u šest do sedam berbi. Donji listovi sazrijevaju od rubova prema sredini, a gornji postaju prošarani dok ne požuti cijela površina.

Ne smiju se brati nezreli listovi jer nastaju poteškoće u sušenju, a osušeni je list slabije kvalitete. Zreli duhan daje blag i ugodan dim, a nezreli oštar, gorak i neugodan okus.

Razlikujemo tehničku i fizilošku zriobu.

Tehnička zrioba nastaje kada se počinje snižavati sadržaj klorofila i na listu se počmu pojavljivati svjetlozelene pjege. Tada je odnos pojedinih skupina organskih tvari u duhanskom listu optimalan za berbu. Lagani duhani (manje nikotinozni) i donji listovi beru se s prvim znacima tehničke zriobe.

Fiziološka zrioba pak počinje kada se već pojavljuje žuta boja, što znači da je počela razgradnja klorofila i da se ukupna suha tvar počela smanjivati. Odnos pojedinih skupina organskih sastojaka, s obzirom na kvalitetu, u toj fazi u flue-cured duhana katkad može biti i povoljniji. No opće je pravilo da list obično treba brati prije nego dospije u tu fazu.

Određivanje zriobe uvelike je vezano za razvoj kemijskog sastava lista. Dušični sastojci (uglavnom bjelančevine) raspadaju se i odstranjuju brže nego ugljikohidrati (uglavnom škrob). U flue-cured duhana u vrijeme fiziološke zriobe, kada je sadržaj suhe tvari maksimalan, niža je koncentracija ukupnog dušika, proteinskog dušika i  $\alpha$ -amino dušika, dok je sadržaj nikotina nešto viši nego u listovima ubranim u tehničkoj zriobi. Kašnjenjem berbe mogu se jače smanjiti reducirajući šećeri. Odnos ugljikohidrata prema dušičnim sastojcima povećava se, a povećava se i koncentracija mineralnih sastojaka. Stoga flue-cured duhane treba brati u početku fiziološke zriobe. Tijekom procesa zriobe povećava se i kiselost duhana. Prinos i vrijednost duhana smanjuju se s kašnjenjem berbe.

Duhan se može brati ručno i strojno (tzv. pokretni berači – platforme). Strojevi za branje duhana različite su izvedbe. Jedni od njih imaju vlastiti pogon, a drugi se vuku traktorom, i to sa strane. Na jednim je omogućeno beraču da se vozi i da ubrani duhan stavlja u spremnike koji se odvoze do sušnice, veže na štapove ili stavlja u okvire za sušenje, a na drugima se berač vozi, ali se ubrani duhan transportira na platformu iznad berača, gdje se veže na štapove.

Postoje i strojevi za automatsku berbu duhana. Oni beru listove duhana sa stabljike i prenose ih pokretnim trakama u veće spremnike – kontejnere, u kojima se listovi prevoze do sušnice ili se u polju izravno pune okviri. Postoje jednoredni i dvoredni strojni berači.

### 9.3.8. Sušenje

Nakon berbe duhan se mora prikladnim postupkom osušiti da bi se mogao upotrijebiti kao sirovina za izradu određenih proizvoda. Način sušenja određuje tip duhana i upotrebnu vrijednost duhana. Sušenje je fizički i fiziološki proces kojim se osiguravaju pogodni uvjeti za željene biokemijske promjene. Biokemijski procesi u listu intenziviraju se tako da se potencijalna kvaliteta obranog duhana pretvara u odgovarajuću pušačku kvalitetu. Tri su faze procesa sušenja: 1. žućenje listova (biokemijska konverzija i razgradnja klorofila, hidroliza škroba i proteina); 2. fiksacija boje i isušivanje plojke (sušenje parenhima lista, završavanje započetih procesa razgradnje i fiksacija kemijskih i fizičkih svojstava); 3. isušivanje srednjeg rebra (završavanje procesa isušivanja drvenastih dijelova lista - žila).

Duhan tipa flue-cured suši se u zatvorenom prostoru, koji se zagrijava toplim zrakom iz posebnog ložišta putem sustava cijevi. Na engleskom jeziku riječ *flue* znači cijev. Naime, nekadašnje su sušnice u podu imale cijevi za zagrijavanje, a duhan se unutar prostorije sušio na motkama. U današnjim sušnicama *bulk* tipa (sl. 116.) duhan se suši u okvirima (sl. 117. i 118.), različite izvedbe i iz različitih izvora energije. Sadržajnost lista, njegov položaj na stabljici, stupanj zriobe, pa čak i specifičnosti pojedinih tipova sušnice određuju postupak sušenja.



Slika 116. *Bulk* sušnica za flue-cured duhan

Duhan se počne sušiti isti dan kad se obere. Predugo držanje ubranog duhana negativno se odražava na njegovu kvalitetu. Netom ubrani duhan sadrži 80 do 90% vode i

10 do 20% suhe tvari. Oko 25% suhe tvari je škrob. Sušnice bi trebalo ravnomjerno napuniti i hermetički zatvoriti.



Slika 117. Flue-cured duhan na početku sušenja



Slika 118. Flue-cured duhan na kraju sušenja

Kao što smo već naveli, proces sušenja ima tri faze. Faza žućenja listova traje 24 do 48 sati, faza fiksacija boje i isušivanje plojke 12 do 24 sata, a faza isušivanja srednjeg rebra 60 do 96 sati. Da bi se temperatura i vlaga mogle kontrolirati, unutar sušnice postavlja se psihrometar, odnosno dva termometra, od kojih je jedan stalno vlažan da bi se iz razlike temperature mogla odrediti relativna vlaga.

Faza žućenja listova najvažniji je dio i kritična faza procesa sušenja. Žućenje listova počinje s 3 do 4 °C višom temperaturom od vanjske, uz relativnu vlagu od 80 do 90%. Što je temperatura u sušnici viša, i žućenje je brže. Duljina procesa žućenja određuje se vizualnom procjenom. Tako potpuno zreli duhan užuti (list koji ima žutu plojku i zelenkasto glavno rebro) već za 24 sata, dok nedozrelom nije dovoljno ni 48 sati. Temperatura suhog termometra tada je obično između 38 i 40 °C. Svaka temperatura koja ubija žive stanice ili isušuje list prije nego što on užuti, može ozbiljno smanjiti kvalitetu duhana. To su obično temperature više od 45 °C. Tijekom te faze list mora sadržavati dovoljno vlage da ostane živ kako bi se u njemu mogle zbivati poželjne kemijske

promjene i konverzija boje. Istodobno se mora odvijati i proces isušivanja, da list ne potamni.

Glavna promjena u žučenju jest pretvorba škroba u šećer. Naime, u zreлом je duhanu visok sadržaj škroba i nizak sadržaj šećera, što je sa stajališta gotovog proizvoda nepovoljno. Ako se razdoblje žučenja pravilno provede, glavina škroba mijenja se u šećer, pa se količina škroba sa 25 do 30% smanjuje ispod 5%. Međutim, tijekom žučenja dio šećera oksidira ili se razgradi i izgubi u jednostavnije šećere, pa ako žučenje i sušenje predugo traju, šećer će se gotovo potpuno razgraditi. Na kraju te faze list je uvenuo i mlohav, a vrhovi se već počinju sušiti ili su namreškani. Intenzitet sušenja odnosno isušivanja kontrolira se ventilacijom. Ako je duhan bio pri unošenju u sušnicu moker, prostor se treba jače ventilirati da se izbací suvišna vlaga. Za suhe listove potrebno je održati dovoljno vlage da žučenje završi prije nego stanice lista uginu zbog isušivanja.

Faza fiksacije boje i isušivanja plojke dovodi do fiksacije žute boje listova duhana. Boja ne smije prijeći u smeđu. Zato se jačom cirkulacijom zraka uz povećanu temperaturu zraka iz listova odstranjuje suvišna voda. Kemijske se promjene zbivaju samo u živoj stanici. Tada se može fiksirati i zelena boja ako žučenje nije bilo uspješno. U toj fazi temperatura u sušnici ne bi trebala prelaziti 60 °C, jer viša temperatura dovodi do stvaranja tamnosmeđe ili crvene boje lista, koji postaje lomljiv.

Faza isušivanja srednjeg rebra zahtijeva najviše energije. Srednje rebro ima još više od 70% vlage. Rebra se suše zatvaranjem ventilatora na 1/3 do 1/2, a temperatura se povećava do 65 ili 70 °C, otprilike oko 3 °C svakih sat vremena. Na kraju sušenja ventilacijski se otvori potpuno zatvore. Vrlo visoke temperature i tada mogu prouzročiti opekline na listu i crvenu boju (temperatura ne smije biti viša od 75 °C).

Na kraju sušenja duhan sadržava samo 5 do 8% vlage i postaje lomljiv. Zbog toga se prije vađenja iz sušnice mora kondicionirati. Ako su noći dovoljno svježé, otvore se otvori za dovod zraka u sušnicu i duhan će preko noći upiti dovoljno vlage za manipuliranje. Nekad to nije dovoljno, pa se duhan umjetno vlaži u samoj sušnici, te popríma limunastu do narančastu boju (sl. 119. i 120.).





Slika 119. Osušeni listovi flue-cured duhana – narančasta zlatnožuta boja



Slika 120. Osušeni listovi flue-cured duhana – zlatnožuta boja

U flue-cured duhana nema konverzije jabučne u limunsku kiselinu.

Tijekom sušenja nastaju u listu duhana biokemijske promjene. Kemijske tvari, s obzirom na njihovu aktivnost u vrijeme sušenja duhana, možemo svrstati u statičnu, dušičnu i dinamičnu skupinu.

Statičnu skupinu čine pepeo (mineralne tvari), sirova vlakna (celuloza i lignin), pentozani, pektini, tvari topljive u eteru (hlapljiva ulja, rezeni, voskovi, parafini), tanini, polifenoli i oksalna kiselina. Za vrijeme sušenja nisu zapažene promjene u sirovom vlaknu. Određene se promjene događaju u pektinu, a supstancije topljive u eteru smanjuju se za oko 20%. Klorofil se uglavnom razgradi. Žuti pigmenti nestaju, ali manje i sporije. Polifenoli (klorogenska kiselina i rutin) oksidiraju i list duhana dobiva smeđu boju. Oksalna kiselina za vrijeme sušenja ostaje stabilna.

Dušičnu skupinu čine ukupni dušik, bjelančevine, topljivi dušični sastojci, nitrati, alkaloidi i još neki neidentificirani sastojci. Razgrađuju se bjelančevine na aminokiseline, a proteolizom rastu topljivi dušični sastojci. Sadržaj alkaloida smanjuje se od 3 do 15%. Demetilacijom nikotina nastaje nornikotin, bilo kao posljedica genskih činitelja, bilo zbog pogrešnog načina sušenja.

Dinamičnu skupinu čine ugljikohidrati, organske kiseline topljive u eteru i neki još neidentificirani sastojci. U fazi žućenja se škrob hidrolizom pretvara u šećere. Oksidacija ugljikohidrata daleko je manja od sinteze, pa je sadržaj ugljikohidrata u suhom duhanu vrlo visok.

Postoje različiti tipovi sušnica za sušenje toplim zrakom, ali su u nas i u svijetu uglavnom u upotrebi tzv. *bulk* sušnice (sušnice s okvirima). Duhan se slaže u okvire, koji se onda slažu u sušnicu jedan iznad drugoga, najčešće u tri etaže. U jedan okvir stane oko 40 do 60 kg svježega duhanskog lista. Vrhovi listova duhana okrenuti su prema dolje. Između okvira ne smije biti praznog prostora, tako da topli zrak ravnomjerno prodire kroz duhansku masu. Na podu sušnice su otvori kroz koje struji topli zrak. Ovisno o zbijenosti i stanju duhana, na kraju sušenja u jednom okviru bude 6 do 10 kg suhog duhana. U nas su u upotrebi sušnice s 50 do 150 okvira. Prednosti tih sušnica je manji prostor, ušteda energije i automatsko vođenje procesa prema unaprijed utvrđenom programu.

U svijetu su u upotrebi i sušnice u kojima se duhan suši u velikim žičanim boksovima (kontejnerima), u koje se duhan jednostavno nabaca i zbije.

## 10. Dorada duhana

Dorada ili obrada duhana obuhvaća čitav niz postupaka kojima se osušeni duhan pretvara u sirovinu pogodnu za izradu duhanskih proizvoda. Za flue-cured i burley duhane to je najčešće iziljavanje i ponovno sušenje (*redrying*). Odležavanjem u odgovarajućim skladištima duhan dobiva svoja karakteristična svojstva i pogodan je za upotrebu.

### 10.1. Primarna manipulacija

Nakon sušenja duhanski se list priprema za otkup i industrijsku doradu (sl. 121.) Svakom tipu duhana odgovara drugačiji sustav manipulacije, ovisno o načinu sušenja, industrijskoj doradi i konačnoj upotrebnoj vrijednosti.



Slika 121. Otprašivanje duhana nakon sušenja

Primarna ili proizvođačka manipulacija obavlja se kod proizvođača duhana. Duhan se pakira u bale (prema berbi i kvaliteti) da bi se olakšao transport, otkup i procjena duhana pri otkupu te industrijska dorada. Do otkupa se duhan mora čuvati u suhim i prozračnim prostorijama u kojima ne postoji mogućnost kvarenja.

Da bi se duhan mogao normalno upakirati, mora biti pravilno navlažen (15 do 16% vlage). Presuhi se listovi mrve, a prevlažni lijepe. Pakirani duhan treba neko vrijeme odstajati kako bi se vlaga iz plojke povukla u rebro.

## 10.2. Otkup duhana

Duhan se može otkupljivati na dva načina: javnom aukcijom (SAD, Zimbabve, Brazil, Kanada) ili pojedinačnim otkupom prema ugovoru (Hrvatska). Preuzeti duhan poduzeća odnose na dalju doradu u vlastite pogone ili to za njih rade specijalizirana poduzeća.

Aukciju organizira vlasnik aukcijske kuće, koji je zapravo posrednik između proizvođača duhana i kupaca. Proizvođači donose duhan u balama. Kvalitetu duhana ocjenjuje službenik ministarstva poljoprivrede, koji na svaku partiju stavlja oznaku klase (*Grade system* sa 100 klasa) odnosno kvalitativne skupine na temelju koje se određuje vrijednost duhana.

Određivanje kvalitativne skupine temelji se na inserciji, boji, obilježjima tkiva te greškama i oštećenjima lista. Nakon toga aukcionar izvikuje najvišu vrijednost. Ako se nitko od kupaca ne prijavi, aukcionar smanjuje vrijednost. Međutim, snižavanje cijene ne može ići u nedogled jer je određena minimalna cijena koju jamči država i ako nitko nije zainteresiran za duhan, država ga preuzima po zajamčenoj cijeni.

No proizvođač također može biti i nezadovoljan procijenjenom kvalitetom ili postignutom cijenom i može svoj duhan uzeti natrag te ga drugi put ponuditi na aukciju.

U Hrvatskoj poduzeća za proizvodnju i otkup duhana ugovaraju proizvodnju izravno s proizvođačima. Proizvođači donose duhan u balama u poduzeća za otkup i obradu. Stručne osobe iz poduzeća ocjenjuju kvalitetu duhana, što se izražava odgovarajućim klasama (sl. 122.).

Svaka klasa ima svoju cijenu po kojoj se duhan otkupljuje (sl. 123. i 124.).

Duhan tipa flue-cured klasira se u šest klasa (ocjenjuje se, među ostalim, položaj lista na stabljici, boja lista, obilježja tkiva, veličina lista, oštećenja od bolesti, štetnika ili mehaničkih uzroka i dr.).

Ta mjerila propisuje Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja RH.



Slika 122. Otkup duhana



Slika 123. Klasirani duhan



Slika 124. Klasirani duhan

Nakon otkupa duhan se vlaži u cilindru za navlaživanje (sl. 125. i 126.) i na pokretnoj se traci uklanjaju nečistoće i izdvaja zeleni duhan (sl. 127.).



Slika 125. Cilindar za navlaživanje duhana



Slika 126. List duhana u cilindru za navlaživanje



Slika 127. Odvajanje nečistoća i zelenog duhana na pokretnoj traci

### 10.3. Ižiljavanje (*thrashing*)

Prva radna operacija koja se obavlja na otkupljenom flue-cured duhanu jest ižiljavanje, tj. odvajanje glavnog rebra od plojke (sl. 128.). Fizička i kemijska svojstva te upotrebna vrijednost plojke i rebra različita su. Plojka ima više reducirajućih šećera, ukupnih alkaloida, dušika i limunske kiseline, a rebro više jabučne i oksalne kiseline, ukupnog pepela, kalcija, kalija i klora. Dorada duhana i priprema za izradu duhanskih proizvoda lakša je i djelotvornija ako su rebra odvojena od plojke. Odvojeni se dio plojke naziva strips.



Slika 128. Duhan pripremljen za ižiljavanje

Ižiljavanje se mora provesti odmah nakon otkupa duhana. Rebra su poroznija od listova i sadržavaju više vode, pa se i suše drukčije od plojke. Debela su i tvrda. Za izradu cigareta rebra se mogu valjati i potom rezati, zatim fino izrezati ili izmrviti odvojeno od plojke ili preraditi u rekonstituirani duhan na jedan od više komercijalnih načina. Izrezana se rebra danas obično ekspandiraju i tako iskorištavaju u mješavinama za cigarete. Nakon ižiljavanja plojka i rebro se posebno suše i stavljaju u skladište za odležavanje. Na plojku otpada oko 65 do 75% ukupne težine lista.

Postupak ižiljavanja provodi se na više strojeva – tzv. trešera (sl. 129.). Duhan ulazi u prvi trešer, u kojemu se najveći dio plojke odvaja od rebra. Nakon prvog odvajanja na rebrima ostane još dijelova plojke koji se nazivaju flags (zastave). Cijela masa ulazi u prvi separator, gdje se uz pomoć gravitacije i brzine zračne struje lakši list odvaja od težeg rebra. Teža rebra, koja sadržavaju komadiće lista, padaju na dno i ulaze u drugi trešer, gdje se dio plojke dodatno odvoji od rebra. Nakon toga sva masa ulazi u drugi separator, gdje se proces ponavlja. Lakši strips izlazi kroz vrh trešera i skuplja se uz pomoć centrifugalnih separatora. Skupljeni strips iz svakog separatora pada na zajedničku traku. Na kraju se rebro bez komadića plojke skuplja na posebnoj traci, suši, pakira u bale ili kutije i skladišti (sl. 130.). Strips koji izlazi iz svakog separatora u svakoj će sljedećoj fazi biti sve manje veličine. Stoga strips iz tih faza mora biti dobro izmiješan.



Slika 129. Trešer



Slika 130. Izdvojeno rebro nakon ižiljavanja

Dobri rezultati iziljavanja mogu se postići samo ako je kvaliteta duhana dobra, sadržaj vlage ujednačen (oko 20%), temperatura zraka odgovarajuća (50-60 °C), doziranje ujednačeno te ispravno postavljeni noževi i pravilan rad stroja.

Nakon završenog postupka iziljavanja potrebno je utvrditi koliko je rebra ostalo u stripsu. Obično ostane oko 1-1,5% težine stripsa. Na količinu rebara zaostalih u stripsu i veličinu stripsa utječe punjenje trešera (brzina doziranja), sadržaj vlage u listu, broj stupnjeva po liniji za iziljavanje, brzina zraka u separatorima, dužina odrezanog kaboša i izbor tipova košara koji se upotrebljavaju u trešerima.

Ako u gotovu cigaretu uđu veći komadi rebara, oni probiju cigaretni papir i cigareta nije dobra za pušenje, neujednačeno brzo izgara, s nje pada pepeo, takvi komadi rebara negativno utječu na okus i sporednu struju dima zbog različitih karakteristika izgaranja.

Važna kategorija kvalitete iziljavanja jest veličina komadića stripsa, odnosno njihov frakcijski sastav. Posljednjih godina standardi u iziljavanju glede veličine frakcije stripsa i količine rebara u stripsu postaju stroži kako bi se povećala brzina izrade cigareta. Naglasak na proizvodnji najvišeg postotka stripsa većeg od 13 mm pridonio je uvođenju postupka tzv. mekog iziljavanja. U tom se postupku brzina protoka cijelog lista smanjuje da bi se povećala veličina stripsa i njegova količina.

#### **10.4. Ponovno sušenje (*redrying*)**

Svježe osušeni duhanski list nije još prikladan za izradu duhanskih proizvoda nakon iziljavanja. Dim duhana ima iritirajući okus i pod utjecajem vanjskih činitelja može se lako inficirati i pokvariti. Da bi se duhan kao sirovina stabilizirao i da bi njegov dim imao odgovarajući okus, podvrgava se procesu *redryinga* (ponovnog sušenja). To je proces kondicioniranja duhana, koji se provodi u kontroliranim uvjetima temperature i vlage. Cilj tog postupka jest da se duhan, prolazeći kroz više komora različite temperature i relativne vlage (naizmjenično sušenje, hlađenje i vlaženje), potpuno homogenizira i stabilizira, da se ujednači vlaga i duhan pripremi za definitivnu kvalitativnu dogradnju. Ponovnim se sušenjem uništava velik broj bakterija i mikroorganizama, koji se



eventualno nalaze u duhanu, pa se sprečava pljesnivost i kvarenje duhana, odnosno mikrobiološki procesi u njemu.

Cijeli se postupak provodi u tri zone kroz koje prolazi duhan na tekućoj vrpci i podvrgava se različitim režimima temperature i vlage.

1. Zona zagrijavanja i isušivanja (sl. 131.). U toj se zoni duhan suši toplim zrakom, a sama je zona podijeljena u tri komore u kojima se duhan podvrgava različitim temperaturama. U prvoj je komori temperatura 60 do 80 °C i kroz taj dio duhan prolazi 8-10 minuta, a u drugoj je temperatura 90 do 100 °C i duhan se u njoj zadržava 8-10 minuta. U trećoj se komori temperatura spušta na 70 do 80 °C, a tretman također traje 8-10 minuta. Iz te komore duhan izlazi ujednačeno osušen, s relativnom vlagom oko 7%.



Slika 131. Sušionik za rebro

2. Nakon što se duhan u prvom dijelu uređaja osuši, ulazi u odjel za hlađenje gdje se temperatura spušta na 30 do 35 °C, a vlaga duhana je oko 11%. Ta faza također traje 8-10 minuta.

3. Nakon hlađenja duhan se otprema u komoru za kondicioniranje, u kojoj se zadržava 12-15 minuta i tretira se vodenom parom temperature oko 40 °C. U tom odjelu duhan ima relativnu vlagu 16-18%.

Nakon završetka treće faze duhan se preša u velike bale, kartonske kutije ili bačve, u kojima će odležavati (sl. 132.). Pakirani duhan sadržava 10-12% vlage.



Slika 132. Preša za lisnu plojku

Sav postupak ponovnog sušenja traje 40-60 minuta, a brzina protoka duhana ovisi o tipu sirovine (ako je prazan i lagan, protok je nešto kraći, a temperature niže, i obratno).

U uređaju se može obrađivati duhan u listu i strips, odnosno iziljeni duhan. Za strips se primjenjuju nešto niže temperature, a postupak je i nešto kraći nego za cijeli list.

## 10.5. Fermentacija

Fermentacija duhana je fizičko-kemijski proces koji se zbiva u listu pod utjecajem vanjskih i unutarnjih čimbenika, i to od trenutka ugibanja tkiva. U listu složeni organski spojevi se razgrađuju na jednostavnije pod utjecajem vlastitih fermenata nastalih u listu još tijekom vegetacije. Fermentacijom se poboljšava unutarnji sastav duhana, njegova tehnološka svojstva i njegov vanjski izgled.

Bit procesa fermentacije i promjene koje se pritom događaju objašnjavaju se uz pomoć nekoliko teorija (kemijske, mikrobiološke, enzimske i kombinirane).

Prema kemijskoj teoriji, glavnu ulogu imaju oksidacijski procesi, a ne mikroorganizmi, jer visoke temperature zraka (više od 50 °C) i niska vlaga usporavaju njihov aktivni rad. Uz to, prema nekima, nikotin negativno djeluje na razvoj mikroorganizama. Prema mikrobiološkoj teoriji, fermentacija je mikrobiološki proces utemeljen na samozagrijavanju i prisutnosti termogenih mikroorganizama. Time se pobija kemijska teorija, prema kojoj visoke temperature sprečavaju djelovanje mikroorganizama. Prema enzimskoj teoriji, promjene u duhanskom listu događaju se pod

utjecajem fermentata sintetiziranih u biljci za vrijeme vegetacije. Fermenti kao biokemijski katalizatori ubrzavaju određene kemijske reakcije i čim se ostvare povoljni uvjeti za njihov rad, oni se aktiviraju. Prema kombiniranoj teoriji, fermentacija je rezultat rada fermentata, mikroorganizama i kemijskih tvari. Tok i karakter fermentacije ovise o uvjetima koji prevladavaju u vrijeme tog procesa. Ako prevladavaju optimalni uvjeti za aktivnost i djelovanje mikroorganizama, fermentacija će imati mikrobiološki karakter. No ako su uvjeti povoljni za djelovanje fermentata, proces će imati fermentni karakter, odnosno imat će kemijski karakter ako uvjeti nisu povoljni ni za jednu od prve dvije opcije.

Unutarnji čimbenici koji utječu na proces fermentacije jesu apsolutna vlaga s kojom duhan ulazi u fermentaciju (16%), količina i aktivnost fermentata te količina aktivnih kemijskih tvari sposobnih za autooksidaciju. Vanjski su čimbenici temperatura, o kojoj ovisi brzina, tijek i karakter fermentacijskog postupka te relativna vlaga (65 do 75%), o kojoj ovisi kondicijsko stanje duhana. Ako je relativna vlaga niska, apsolutna se vlaga duhana smanjuje i on se isušuje, što usporava proces fermentacije. Visoka vlaga pogoduje razvoju mikroorganizama.

Fermentacija duhana oksidacijski je proces i za njezino je odvijanje nužan kisik. Duhan upija molekularni kisik iz zraka, a to ovisi o stanju duhana, sorti, inserciji i uvjetima predfermentacijskih procesa.

Proces fermentacije duhana očituje se samozagrijavanjem, samovlaženjem i oslobađanjem plinova. Samozagrijavanje obilježava povećanje temperature duhana (rezultat oksidacije organskih spojeva lista) i oslobađanje unutarnje energije u obliku topline. Ako je razlaganje intenzivnije i duhan bogatiji organskim spojevima, samovlaženje je veće. Razlaganjem organskih tvari oslobađaju se plinovi, vodena para, metilalkohol, eterična ulja, nikotin, amonijak, hlapljive kiseline, baze formaldehida i dr..

Fermentacijom se mijenja sadržaj kemijskih komponenata. Sadržaj nikotina se smanjuje, što je rezultat raspadanja i isparavanja u obliku nikotinske kiseline. Sadržaj ukupnog dušika smanjuje se slično nikotinu. Udio bjelančevina blago se povećava (razlaganja složenih bjelančevina na jednostavnije) i smanjuje se negativni utjecaj

produkata izgaranja na okus fermentiranog duhana. U fermentiranom duhanu ostaje samo mala količina slobodnih aminokiselina. U duhanima koji sadržavaju više ugljikohidrata, proces njihova razlaganja je intenzivniji. Pektini, pentozani i hemiceluloze mijenjaju se i razgrađuju tijekom fermentacije. Sadržaj mineralnih tvari u fermentaciji se vrlo malo mijenja. Fermentirani duhan pokazuje nižu pH-vrijednost nego nefermentirani. Nakon fermentacije smanjuje se udio jabučne i limunske kiseline u duhanu.

Fermentacijom se mijenja kvaliteta i upotrebna vrijednosti duhana. Boja postaje crvenkasta ili neka slična. Miris fermentiranog duhana postaje ugodan i intenzivan, a poboljšavaju se i njegova degustacijska svojstva. Nakon fermentacije duhan dobiva karakterističnu aromu i okus.

Po načinu provođenja fermentacija može biti sezonska i izvansezonska. Sezonska fermentacija traje tri do šest mjeseci, zahtijeva velik prostor i veliko ulaganje rada, a kako se zbiva u prirodnim uvjetima, potpuna je kontrola nemoguća. Danas se uglavnom provodi izvansezonska fermentacija kao kontrolirani proces u kojemu se izbjegavaju mogući rizici prirodne fermentacije. Izvansezonska fermentacija kraće traje, zahtijeva manje prostora, neovisna je o vanjskim uvjetima, smanjena je mogućnost nepovoljnih mikrobioloških procesa, uklanja se zelena boja listova i manji je utrošak radne snage. Nedostatak je samo to što se duhan mora prethodno kondicionirati i što je potrebno izgraditi pogon za fermentaciju.

Cijeli tijek fermentacije može se podijeliti u tri faze koje se zbivaju u određenim uvjetima i na prepoznatljive fizičko-kemijske promjene. Prva faza obuhvaća pripremu duhana za fermentaciju. Proviđa se relativno sporo da bi se sačuvala svijetla boja duhana. U toj fazi duhan se kondicionira i zagrijava do stupnja na kojemu se mogu aktivirati fermenti. Za suhi duhan vlaga se diže do 70%, a za vlažni duhan do 55%. Ako su duhani inficirani fermentima, temperatura se povećava, a vlaga smanjuje. Trajanje te faze ovisi o vlažnosti duhana, a kreće se 5-10 dana. Druga ili aktivna faza jest razdoblje u kojemu se u listu zbivaju fermentacijski procesi u uvjetima postignutima u prethodnoj fazi. Temperatura duhana praktično je izjednačena s temperaturom komore, a apsolutnu vlagu duhana treba održavati na 14 do 16%. Ta faza traje 3-6 dana, ovisno o svojstvima duhana

i temperaturnom režimu. U manje sadržajnim duhanima fermentacija završi brže nego u sadržajnim. U trećoj fazi najvažnije je sačuvati optimalnu vlažnost fermentiranog duhana (13-14%). Duhan se priprema za vađenje iz komore. Relativna vlaga u komori povećava se do 75% kako se temperatura smanjuje. Ta faza traje 3-4 dana. Na kraju te faze apsolutna vlaga zraka treba iznositi 15-16%.

Želimo li postići veće razlaganje, kao, primjerice, u zelenkastih i dvobojnih duhana, primjenjuje se viša temperatura, i obratno. U praksi se obično primjenjuju tri temperaturna režima: prvi je do 38 °C, drugi od 38 do 45 °C, a treći preko 45 °C.

Pogon za fermentaciju u svom sastavu treba imati prostor za pripremu i kondicioniranje (ujednačavanje vlage), komore za fermentaciju, prostor za maturaciju, tehnološki laboratorij i kotlovnici.

## 10.6. Skladištenje, odležavanje i maturacija

Nakon ponovnog sušenja duhan se smješta u skladište radi odležavanja (*ageing*). Tu se provodi završna kvalitativna dogradnja duhanske sirovine (formiranje okusa, arome i ostalih pušačkih svojstava). To je prirodni proces koji se provodi u skladišnim prostorima u kojima temperatura i vlaga nisu pod kontrolom već ovise o vremenskim prilikama i građevinskoj izvedbi skladišta.

Odležavanje duhana nakon fermentacije naziva se maturacija.

Skladišni prostori moraju biti izgrađeni tako da je utjecaj nepovoljnih mikroklimatskih uvjeta što manji, da je dobro prozračivanje, da se izbjegavaju područja s dimom i kemijskim onečišćenjima, da u skladištu nema biljnih i životinjskih tvari koje ispuštaju mirise, da skladišta imaju mogućnost hermetičkog zatvaranja i dovoljno prostora za manipulaciju.

Duhan tijekom odležavanja gubi i dobiva vlagu. Gubitak i dobitak vlage morali bi biti u određenoj ravnoteži. Ako dobiva više vlage, pokvarit će se ili zapljesniviti, a ako gubi previše vlage postat će presuh. Idealno bi bilo kad bi duhan primao neznatno više vlage nego je otpušta, tako da proces dozrijevanja teče normalno. Promjena vlage,

temperature i CO<sub>2</sub> rezultat je klimatskih uvjeta i neznatnih biokemijskih promjena u samom duhanu (povezanih s formiranjem arome).

Odležavanjem duhana nastaju kemijske (manje je nikotina i dušičnih tvari, škrob se pretvara u šećer, pH se smanjuje) i organoleptičke promjene (povećava se vododržnost, a smanjuje denzitet) te promjene izgleda (posmeđenje lista) i gubici težine (manje je suhe tvari).

Glavna promjena nakon odležavanja primjećuje se u okusu i aromi duhana (povećava se blagost okusa i dobiva se zaokružen okus pri pušenju).

Mora se paziti da se duhan ne pokvari odnosno da se pojavi pljesan. Nakon te pojave duhan nije upotrebljiv za duhanske proizvode. Također se mora paziti da ne dođe do karbonizacije duhana.

Odležavanje obično traje do dvije godine. Što je duhan sadržajni, bit će izraženije promjene u odležavanju. Predugo odležavanje može povećati lomljivost lista. Za krupnolisne duhane to je i *ageing*.

## 10.7. Ekspandiranje duhana

Cilj je svakog proizvođača povećanjem moći punjenja i smanjenjem količine duhana u cigareti dobiti što više cigareta. Duhani koji imaju dobru moć punjenja često imaju nepovoljna ostala svojstva (kemijski sastav i okus pri pušenju). Tijekom sušenja duhana smanjuje se njegova težina i obujam lista zbog gubitka vode, ali se ne poremećuje stanična stijenka (gubitak vode iz međustaničnih prostora).

Proces povećanja volumena duhana s povećanjem volumena stanica zove se ekspandiranje (*expansion, puffing* - širenje), a posljedica je širenja stanica.

Upotreba ekspandiranog duhana u mješavinama za cigarete ima ekonomske (smanjuje se potrebna količina duhana za izradu cigareta), tehnološke (duhan gubi na grubosti, pa je omogućena upotreba i duhana nižih kvaliteta) i zdravstvene prednosti (u duhanskom se dimu smanjuje količina štetnih tvari kao što su katran, nikotin i CO, što omogućuje proizvodnju laganih cigareta i bolju kontrolu pušačkih parametara).

Postupak ekspaniranja može se provesti na rezanom duhanu (stripsu) i na rebrima koja su prethodno obrađena i izrezana (CRS - *cut rolled stems*). U rezanom duhanu ekspanira samo flue-cured duhan (dio duhana koji je podložan ekspaniranju).

Duhanu se dodaju neke tekuće ili plinovite tvari koje naglim isparavanjem u stanici stvaraju podtlak, zbog čega puca stanična stijenka i stanica se rasprsne, odnosno rascvjeta, povećavajući tako svoj volumen i aktivnu površinu.

Jedan od tehnoloških postupaka jest ekspaniranje duhana suhim ledom - DIET (*Dry Ice Expanded Tobacco*), pri čemu se iskorištavaju jedinstvena toplinska i fizikalna svojstva CO<sub>2</sub>. Za ekspaniranje se upotrebljava rezani i kondicionirani duhan.

Duhanska se vlakna kratko impregniraju tekućim CO<sub>2</sub> pod visokim tlakom. Tlak se brzo smanjuje i temperatura se snižava na oko -80 °C zbog čega se CO<sub>2</sub> u staničnim prostorima pretvara u suhi led. Duhan je suh i njime se lako manipulira. Potom se taj duhan na nekoliko sekundi prenese u struju vrućeg plina, koji pri visokoj temperaturi suhi led unutar stanice pretvara u plinovito stanje, a time mu se obujam poveća za 1000 puta. Na taj se način unutar staničnih stijenki stvara tlak potreban za razbijanje stanične strukture. Obujam se povećava dva puta. Ugljikov dioksid je proizvod koji prirodno postoji u metabolizmu biljaka i duhan ekspaniran na taj način prirodni je proizvod, čist je, a i po vanjskim je svojstvima onakav kakav je bio i prije ekspanzije. Taj proces je djelotvorniji jer se, kako su pokazala istraživanja, bolji rezultati postižu supstancijama visoke isparivosti pri niskim temperaturama.

Ponekad za ekspaniranje služi voda koje ima u normalno kondicioniranom duhanu - HRV (*High Relative Velocity* - visoka relativna brzina).

Duhan se grije u struji toplog plina u sušioniku. Visoka relativna brzina kojom duhan i plin struje jedan nasuprot drugome povećava prijenos topline između njih, pri čemu se voda iz stanice naglo isparava i stanica se rasprskava.

Nakon ekspaniranja duhan je suh i vrlo lomljiv, pa se ponovno vlaži kako bi postao elastičan i pogodan za manipuliranje.

Duhanska se rebra također ekspandiraju i dodaju mješavini za izradu cigareta. Nekad su se duhanska rebra valjala, rezala i upotrebljavala za izradu cigareta, ali su često komadići rebra u cigareti stvarali probleme, lošije izgarali ili probijali cigaretni papir. Danas se u cigaretama upotrebljava isključivo ekspandirano rebro.

Ekspandirani se duhan i rebra dodaju mješavini za izradu cigareta prije aromatiziranja mješavine. Ekspandiranom se duhanu mijenjaju fizička svojstva, a pri pušenju se mijenjaju kemijska i pušačka svojstva dima.

Cigarete koje imaju do 15% ekspandiranog duhana imaju puniji okus (*full flavour*). Za lake se cigarete dodaje do 25%, a za ultra lake do 50% ekspandiranog duhana.

## **10.8. Rekonstituirani duhan (folija)**

Rekonstituirani duhan je duhanska sirovina dobivena posebnim postupkom od duhanskog otpada i nusprodukata (otpad iz postupka iziljavanja, sitnjavina koja se prosijava na transportnim trakama i iz različitih pneumatskih sustava, otpaci rebara sa stroja za izradu, usitnjena rebra, duhan iz škart cigareta, list lošijih svojstava i izgorljivosti, duhanska prašina i dr.) u obliku plahte ili folije debljine prirodne plojke duhana, a služi za proizvodnju cigareta ili cigara.

Ta se folija izrađuje zbog ekonomskih razloga (iskorištavaju se nusprodukti obrade i prerade duhana, a cijena folije u prosjeku je 2-3 puta manja od duhana) i radi modifikacije fizičkih svojstava cigarete te kemijskih i pušačkih svojstava dima. Katkad se tome materijalu mogu dodati celulozna vlakna kako bi se pojačala mehanička svojstva duhana, otpornost na lomljenje te moć punjenja. Dodana rebra imaju više celuloze i manje nikotina. Zbog razlika u pušačkim svojstvima i ograničenja upotrebe rebara, rijetko se upotrebljava više od 18% rekonstituiranog duhana u mješavinama. Jednako tako, folija je prikladnija za upotrebu od sitnjavine ili rebara. Lakše se i ujednačenije dozira u mješavinu i ima ujednačeniju brzinu gorenja. Moć punjenja proizvoda je ravnomjernija i, može se lakše kontrolirati. Smanjuje se sadržaj nikotina i odnos nikotin/katran. Upotrebom folije može se smanjiti ispadanje duhana na kraju cigarete.



Pretjerana upotreba folije može pak pogoršati pušačka svojstva, pa je stoga vrlo važno točno doziranje folije u mješavinu za cigarete. S pojavom ekspandiranog duhana smanjuje se upotreba folije u mješavinama.

## 11. Kvaliteta duhana

Termin *robni tip duhana* trgovačka je i komercijalna oznaka za sve duhane jednakih ili sličnih svojstava. Obilježja sirovine robnog tipa duhana određene su načinom sušenja, tehnologijom uzgoja i sortom. Tako postoje tip flue-cured duhana, burleya, orijentalnoga, poluorijentalnoga, cigarnoga i dr.

Unutar robnog tipa, međutim, mogu postojati različiti tipovi sirovine, što je rezultat načina i uvjeta uzgoja i sorte. Tako u svijetlom flue-cured duhanu postoji sirovina tipa čistog filera, punog filera i aromatična virginia. Ovisno o uvjetima uzgoja, od iste se sorte može dobiti drugi tip sirovine i duhan različite upotrebne vrijednosti. Čak se s iste biljke može dobiti duhan različitih svojstava i upotrebne vrijednosti ovisno o položaju lista na stabljici. Sve to govori koliko je duhan kompleksna biljka.

Općenito kvaliteta je skup obilježja neke tvari koje je čine manje ili više pogodnom za određenu namjenu, odnosno ravnoteža bitnih svojstava koji zadovoljavaju posebnu skupinu potrošača u danom vremenu i prostoru. Duhan se ocjenjuje organoleptički, analitički i pušački.

Prvim se načinom procjenjuju vidljivi ili na neki drugi način očiti parametri kao što su veličina, boja i nervatura lista, tekstura, sadržajnost i elastičnost tkiva. Analitički dio ocjene podrazumijeva fizička (moć punjenja, izgorljivost i sl.) i kemijska svojstva (sadržaj nikotina, dušika, šećera i mnogih drugih sastojaka) čija se veličina može odrediti analitičkim putem i na neki način kvantificirati.

Konačno, za vrednovanje kvalitete duhanskog proizvoda najmjerodavnija je ocjena pušačkih svojstava koja se dobiva degustacijom.

Prema tome, kvaliteta duhana je zbroj fizičkih, organoleptičkih, kemijskih i ekonomskih obilježja koji ga čine poželjnim ili nepoželjnim za određene namjene.

Duhan je vjerojatno jedna od kultura kojoj je najteže odrediti kvalitetu na temelju subjektivnih obilježja i sadržaja, i to zbog sljedećih razloga:

- Komercijalni proizvod duhana je list, što ga čini osjetljivim na kemijske, mehaničke i patogene povrede.
- Potencijalna kvaliteta određena je ili modificirana sortom, tlom, klimom, agrotehnikom, stupnjem zriobe duhana u berbi, sušenjem i postupcima nakon berbe.
- Stvarni položaj lista na stabljici određuje njegove fizičke i kemijske atribute i aromu pri pušenju.
- Duhan se konzumira nakon izgaranja tako da kemijske komponente suhog lista u dimu mogu biti promijenjene.

Kvaliteta duhana procjenjuje se nakon što je duhan osušen. Ona je rezultat tehnologije uzgoja i okoline u vrijeme proizvodnje duhana. U trenutku berbe list sadržava maksimalni potencijal za kvalitetu, a optimalnim postupkom sušenja taj se potencijal pretvara u stvarnu kvalitetu.

Navodimo neke osnovne pretpostavke za postizanje dobre kvalitete sirovog duhana.

- Berbu treba obaviti tako da u jednoj berbi (inserciji) budu pobrani listovi jednakih ili sličnih svojstava kako bi sušenje bilo što ujednačenije. Listovi se beru samo kada su potpuno zreli.
- Boja suhog duhana treba biti čista, sa sjajem, bez šara, bez zelenih nijansi, a u svijetlih duhana i bez primjesa crvene boje.
- Tkivo lista treba biti sadržajno i pogodno za preradu, ne smije se lomiti, ni oštećivati, a pjege ili oštećenja od biotičnih ili abiotičnih činitelja trebaju biti minimalne.
- Duhan se nakon sušenja mora skladištiti u suhim i prozračnim prostorima da zadrži normalnu vlagu jer na otkup ne smije doći ni presuh ni prevlažan.
- U listu duhana ne smije biti štetnika kao što su moljac i žizak, ne smije imati zaperaka, primjesa, a pijesak treba biti u podnošljivim granicama.
- Ostaci pesticida u duhanu moraju biti u dopuštenim granicama.

Analitička ocjena kvalitete pretpostavlja izoliranje posebnih kemijskih komponenata i njihovo objektivno mjerenje. Za ocjenu kvalitete utemeljenu na sadržaju kemijskih komponenata uzimaju se samo najvažniji kemijski sastojci ili skupine sastojaka sličnih svojstava. U tu svrhu uglavnom se analizira sadržaj nikotina i alkaloida te odnos nornikotina prema ukupnim alkaloidima, sadržaj ukupnog dušika i dušičnih sastojaka kao što su bjelančevine, ukupne hlapljive baze i sl., sadržaj šećera i drugih ugljikohidrata te sadržaj mineralnih tvari. Svojstva tih komponenata i njihov utjecaj na kvalitetu duhana i pušenja opisat ćemo u tekstu kasnije.

Na temelju međusobnih odnosa pojedinih važnijih kemijskih komponenata neki su istraživači pokušali odrediti indeks kvalitete.

Brückner je predložio indeks kvalitete na temelju odnosa pozitivnih i negativnih kemijskih komponenata i taj odnos pomnožio s 400. Prema njegovoj kategorizaciji, šećer, škrob, oksalna kiselina, tanini i rezeni pozitivno utječu na kvalitetu duhana i dima, a tvari stanične stijenke, pepeo, dušični spojevi, limunska kiselina i povećani pH djeluju negativno.

Šmukov indeks odnos je topljivih ugljikohidrata i bjelančevina. Prema Šmuku, dijeljenjem postotka ukupnog i slobodnog nikotina dobije se nikotinski broj, i što je taj broj viši, kvaliteta duhana je bolja. Slično tome, visok dušični broj, kvocijent nikotinskoga i amonijskog dušika pokazuje visoku kvalitetu. Polifenolni broj, koji je usporedba postotka polifenolnih tvari izraženih u obliku glukoze prema ukupnoj količini reducirajućih šećera, postaje viši kako se snižava kvaliteta duhana.

Najjednostavniji kriterij za ocjenu svijetlih duhana jest odnos šećera i nikotina. Optimalan bi odnos trebao bi biti od 6 do 9. Visok odnos znači manje sadržajne duhane relativno blagog dima, a nizak odnos označava grube i prehranjene duhane debelog tkiva jakog i oporog dima. U svijetlih flue-cured duhana određuje se još odnos ukupnog dušika i nikotina, a optimalan odnos za sadržajne duhane ugodne arome i okusa trebao bi biti od 0,7 do 1,0. Duhani s malim omjerom obično su blijedi, glatkog tkiva i bez poželjnih fizičkih svojstava.

## 11.1. Organoleptička procjena

Ocjena kvalitete duhanskog lista kao komercijalnog proizvoda temelji se na kombinaciji vidljivih obilježja (organoleptička procjena). Pritom se mora uzeti u obzir tip duhana i njegova namjena. Određuju se položaj lista na stabljici, boja i veličina lista, elastičnost, lomljivost, tekstura, sadržajnost i dr.

U tablicama 10. do 15. opisani su pokazatelji organoleptičke procjene I. do VI. klase flue-cured duhana.

1. Položaj lista na stabljici uvelike određuje fizička i kemijska svojstva, odnosno upotrebnu vrijednost duhana. Dva do tri susjedna lista imaju približno jednaka svojstva, a skupine listova čija je upotrebna vrijednost jednaka i koji se beru istodobno naziva se berba ili insercija.

Svi listovi na duhanskoj biljci mogu se podijeliti u tri skupine: donji, srednji (sl. 133.) i gornji. Svojstva duhanskog lista u donjem dijelu stabljike znatno se razlikuju od onoga na vrhu. Postoje razlike u izgledu, teksturi, boji i kemijskom sastavu.

Donji su listovi manje sadržajni, manje sjajni i elastični i obično slabije kvalitete zbog ubrzanije zriobe i translokacije pokretnih sastojaka. Veća im je moć punjenja i izgorljiviji su. Od njih se dobiva manje stripsa. Imaju manje ukupnog dušika, nikotina, topljivih šećera, a pH-im je viši. Listovi gornjeg dijela stabljike su sadržajni, teži i kvalitetniji.



Slika 133. Srednji listovi na duhanu

2. Boja je prvi vizualni pokazatelj kvalitete duhana. Ovisno o načinu sušenja, svaki robni tip duhana ima drugačiju boju. Boja unutar određenog tipa duhana ovisi o uvjetima uzgoja, zriobi duhana u vrijeme berbe i uspješnosti sušenja. Ona je indikacija određene kvalitete i ako se zna tip duhana, lokacija i uvjeti uzgoja, može se pretpostaviti kemijski sastav i upotrebna vrijednost tog duhana.

Ocjena boje, uz propisane objektivne kriterije, također je subjektivne naravi, tako da je teško odrediti definitivne standarde boje. Boja bi trebala biti živa, imati sjaj i odražavati zrelost duhana. Izražaj boje u velikoj mjeri korelira s okusom pušenja. Duhan čiste duhanske boje sa sjajem imat će zadovoljavajući okus dima, a mutna boja i izmiješanost boja daju lošiji okus dima.

Osnovne su boje flue-cured duhana limunasta i narančasta. Limunasta se boja pojavljuje u donjim, a narančasta u gornjim berbama, dok srednje berbe mogu imati obje boje. Limunasti listovi imaju manje nikotina, više šećera, pri pušenju su laganiji, a moć punjenja im je veća. Nasuprot tome, narančasti su listovi sadržajniiji, više specifične težine, imaju više nikotina, sadržaj šećera im je optimalan i usklađenih su pušačkih svojstava.

Nijanse crvene boje u flue-cured duhana najčešće su posljedica berbe nedozrelog duhana ili grešaka u sušenju (previsoke temperature). Takvi duhani imaju loš i opor okus dima.

Na duhanima koji se suše pri visokim temperaturama često se mogu vidjeti crvenkaste pjegice koje se nazivaju *trešnjino crvenilo* (*cherry red*). Ono je posljedica konverzije nikotina u nornikotin (genska svojstva sorte). Temperature sušenja više od 65 °C pogoduju stvaranju trešnjina crvenila. Takvi duhani imaju viši sadržaj nornikotina, što dimu daje gorak okus.

Nakon sušenja listovi duhana ne smiju biti zelene boje. Zelena boja može biti posljedica berbe nezrelog duhana, nedovoljnog vremena žućenja listova i previsokih temperatura u fazi žućenja listova. Takvi listovi imaju loša fizička, kemijska i pušačka svojstva (gorak i opor okus pri pušenju).

3. Listovi flue-cured duhana veći od 35 cm mogu se svrstati u I. klasu, a listovi veći od 30 cm u II. klasu.

4. Elastičnost je svojstvo osušenoga duhanskog lista da se rasteže i savija bez lomljenja, odnosno da se nakon prestanka zbijanja vraća u prvobitni položaj. Takav duhanski list lakše podnosi mehaničke pritiske, ima dobar rez, veću moć punjenja i manji kalo u obradi i preradi. Sadržajni i smolasti listovi duhana elastičniji su od praznih i nesadržajnih.

To je svojstvo povezano sa kemijskim sastojcima lista topljivima u vodi. Elastičan list ostaje u gipkom stanju dugo nakon kondicioniranja. Srednji listovi imaju viši sadržaj komponenata topljivih u vodi. Elastičnost lista ovisi o stupnju zriobe duhana u berbi, položaju lista na stabljici, pravilnom sušenju lista, ali i genskim svojstvima sorte.

5. Lomljivost je svojstvo duhana da se mrvi pri mehaničkom manipuliranju. Što je kapacitet zadržavanja vode niži i što su listovi zreliji veća je mogućnost lomljivosti. Listovi donjih berbi su lomljiviji.

6. Tekstura se definira kao skup fizičkih svojstava određenih osjetom dodira, a njome se označava prividna zbijenost strukture koja se može odnositi na hrapavost. Najkvalitetniji su listovi svilasti na dodir.

Tekstura može biti otvorena i zatvorena zrnatost. Potpuno rastezljive stanice palisadnog tkiva odnose se na otvorenu zrnatost, a zbijene male stanice na zatvorenu zrnatost. Listovi s otvoreno zrnatom gornjom površinom na opipu su mekani i ljuskavi, a zatvoreno zrnati bodljikavi.

Zrnatost flue-cured duhana ogleda se u naborima na listu, što odražava razlike u kemijskom sastavu, kao i razlike u unutarnjoj strukturi lista. Ukočeni listovi, kao ni listovi čije unutarnje stanice sadržavaju supstancije netopljive u vodi, neće pokazati zrnatost. Donji su listovi otvoreno zrnatiji od gornjih. Duhan koji je ubran nedozreo ili je slabo užućen imat će slabiju zrnatost i kožast izgled. List zbijene građe ima prividno gušće lisno tkivo (strukturu), s malim međustaničnim zračnim prostorima. Hrapavost se kod cigaretnih duhana odražava u naborima na površini lista koji vjerojatno pokazuju

razlike unutarnje lisne strukture. List je rahle strukture ako su u njemu ostale velike količine nerazgrađenog škroba.

7. Sadržajnost podrazumijeva debljinu, čvrstoću i težinu lista po jedinici površine. To je svojstvo vezano za odnos organskih i mineralnih tvari u duhanu, a sadržajan duhan označava list meke i gipke strukture s uravnoteženim odnosom organskih i mineralnih tvari i s visokim postotkom suhe tvari. Kad je riječ o cigaretnom duhanu, taj se pojam odnosi na sadržaj onih organskih mekih polutekućih komponenata koje pridonose težini lista bez utjecaja na njegovu debljinu ili zbijenost strukture. Pri definiranju sadržajnosti često se govori o duhanu laganoga i teškog tkiva što se odnosi na zbijenost stanica i težinu po jedinici površine. Sadržajan duhan ima manje stanica po jedinici površine, ali su one voluminoznije. Vrlo sadržajan list na stisak je relativno mekan, ravan i ima “uljastu” površinu.

Težina po jedinici površine i debljina lista rastu od baze prema vrhu biljke, pa su listovi bliže vrhu stabljike sadržajni. Osim toga, sadržajnost ovisi i o sorti, uvjetima uzgoja i berbe. Prezreo i nedozreo duhan ima slabiju sadržajnost. Sadržajni su duhani nešto nikotinozniji, imaju više dušičnih tvari i šećera, s malo kiselina i pepela. No imaju puniji okus pri pušenju, fiziološki su jači i ugodnijih pušačkih svojstava. Težina plovke obično se kreće od 55 do 65 g/m<sup>2</sup>.

Tablica 10. Pokazatelji I. klase flue-cured duhana

<b>Pokazatelj kvalitete</b>	<b>Svojstva lista</b>
branje	natpodbir, donji srednji, pravi srednji i gornji srednji list
veličina lista	najmanje 35 cm
tkivo	za natpodbir – nježno, s tankim i nježnim rebrom i hrapavom površinom lista; za donji i pravi srednji list - nježno, s nježnim tankim rebrom; za gornji srednji list – nježno, s hrapavom površinom lista
sadržajnost	sadržajan
boja	za natpodbir - svjetložuta, žuta, zlatnožuta i narančasta, sjajna i ujednačena; za donji i pravi srednji list - svjetložuta, zlatnožuta limunasta i narančasta sjajna, ujednačena; za gornji srednji list - limunastožuta, zlatnožuta, narančasta, ujednačena, sjajna
greške i oštećenja	bez grešaka i oštećenja



Tablica 11. Pokazatelji II. klase flue-cured duhana

<b>Pokazatelj kvalitete</b>	<b>Svojstva lista</b>
branje	natpodbir, donji, pravi i gornji srednji list i podovršak
veličina lista	za podovršak više od 30 cm
tkivo	za natpodbir, donji srednji i pravi srednji list - fino, nježno, elastično, manje hrapave površine lista; za gornji srednji list - još elastično, fino; za podovršak - fino tkivo s relativno tankim glavnim rebrom
sadržajnost	za natpodbir - sadržajan; za donji i pravi srednji list - manje sadržajan; za gornji srednji list - dosta sadržajan, ali puniji; za podovršak - sadržajan, ali puniji.
boja	za natpodbir, donji i pravi srednji list - svjetložuta, zlatnožuta, žuta, narančasta, uključujući i svjetlocrvenkastu, manje sjajna; za gornji srednji list kao za prethodne berbe, ali boje moraju biti žive i još ujednačene; za podovršak - žuta, narančasta do otvorenosmeđa, ujednačena i živa
greške i oštećenja	za natpodbir, donji srednji, pravi srednji i gornji srednji list - neznatna prezrelost i neznatna mehanička oštećenja (do 5%) ili s istim postotkom oštećenja od bolesti odnosno zbog propusta tijekom sušenja, ali bez zelenkastog preljeva; za podovršak - bez mehaničkih oštećenja od bolesti

Tablica 12. Pokazatelji III. klase flue-cured duhana

<b>Pokazatelj kvalitete</b>	<b>Svojstva lista</b>
branje	natpodbir, donji, pravi i gornji srednji list i podovršak
veličina lista	nije ograničena
tkivo	za natpodbir - fino do manje elastično; za donji i pravi srednji list - manje fino, još elastično; za podovršak - manje fino do grubo i punije
sadržajnost	za natpodbir - donji i pravi srednji list - manje sadržajan; za gornji srednji list - manje sadržajan ili pun; za podovršak - još sadržajan
boja	svjetložuta, žuta, zlatnožuta, narančasta, uključujući crvenkastu i svietlocrvenu
greške i oštećenja	za natpodbir, donji srednji, pravi srednji i gornji srednji - mehanička oštećenja do 10% površine lista ili isti postotak oštećenja od bolesti, odnosno nedostaci nastali u neadekvatnim uvjetima sušenja; isključuje se zeleni preljev; za podovršak - mehanička oštećenja od bolesti, odnosno nedostaci nastali pri neadekvatnom sušenju.

Tablica 13. Pokazatelji IV. klase flue-cured duhana

<b>Pokazatelj kvalitete</b>	<b>Svojstva lista</b>
branje	sve berbe
veličina lista	nije ograničena
tkivo	za podbir - fino; za natpodbir - grublje; za donji i pravi srednji list - fino do grubo, punije i živo; za gornji srednji list - manje fino do grubo, s više glatke površine; za podovršak i ovršak - grublje i punije.
sadržajnost	za podbir, natpodbir, donji srednji, pravi srednji i gornji srednji list - manje sadržajan; za podovršak - sadržajan; za ovršak - dosta sadržajan
boja	za podbir - sve nijanse živih boja i ujednačene; za natpodbir - sve nijanse živih boja, manje ili više ujednačene, uz blijedožučkastu, tamnožutu, sivkastu, žutocrvenu kao manje zagasitu boju; za donji i pravi srednji list - kao prethodne, ali i nježno zelenkasta boja; za gornji srednji list kao i ovršak - sve nijanse živih boja (osim crvene); za ovršak - žuta, narančasta, narančastosmeđa i crvena
greške i oštećenja	za podbir - bez grešaka i oštećenja; za natpodbir - mehanička oštećenja do 20% ili isti postotak oštećenja od bolesti, odnosno zbog neodgovarajućih uvjeta sušenja

Tablica 14. Pokazatelji V. klase flue-cured duhana

<b>Pokazatelj kvalitete</b>	<b>Svojstva lista</b>
branje	sve berbe
veličina lista	nije ograničena
tkivo	za podbir - živo; za natpodbir - živo, elastično; za donji srednji i pravi srednji list - puno tkivo s većim ili manjim zadebljanjem; za gornji srednji list - kožasto, s različitim svojstvima, glatke površine, puno, ali manje šušljivo; za podovršak - grubo, kožasto; za ovršak - grubo
sadržajnost	manje do slabo sadržajan
boja	sve nijanse osim crne, čađave i zelene boje
greške i oštećenja	za podbir oštećenja od 5 do 15%; za natpodbir, donji srednji, pravi srednji i gornji srednji list do 30%; za podovršak do 20%; za ovršak do 15%; podrazumijeva se isti postotak mehaničkih oštećenja, oštećenja od štetnika ili neodgovarajućeg sušenja

Tablica 15. Pokazatelji VI. klase flue-cured duhana

Pokazatelj kvalitete	Svojstva lista
branje	sve berbe
veličina lista	nije ograničena
tkivo	sve osobine tkiva
sadržajnost	pun do prazan (svi oblici sadržajnosti)
boja	sve nijanse duhanskih boja osim crne boje, čađave i tamnozelenene
greške i oštećenja	svi oblici grešaka i oštećenja

Pod VI se klasom otkupljuje sve što je još upotrebljivo u preradi.

Nakon klasiranja duhanski se list sprema u kutije (sl. 134.)



Slika 134. Oznaka klase na kutiji u kojoj je spremljen duhanski list nakon klasiranja

## 11.2. Fizikalna svojstva

Najznačajnija fizikalna svojstva duhana jesu odnos glavnog rebra prema plojci (nervatura), higroskopnost, ravnotežna vlaga, izgorljivost i moć punjenja.

1. Nervatura lista označava provodno i mehaničko tkivo sastavljeno od lisnih žila. U obradi i preradi duhana najvažnija je glavna žila (rebro). Razvijenost lisne nervature ovisi o sorti i uzgojnim uvjetima. U flue-cured duhana nervatura može biti vrlo izražena, što stvara teškoće u pripremi duhana za izradu duhanskih proizvoda. Stoga se glavno

rebro odvaja od plojke i obrađuje odvojeno posebnim postupkom. Glavna se rebra prema debljini dijele na: tanka rebra do 2 mm, srednje debela rebra od 2,0 do 2,5 mm, i vrlo debelo rebro deblje od 2,5 mm promjera u bazi. Udio glavnog rebra izražava se postocima ukupne težine lista i obično se kreće između 25 i 35%. Rebro ima više celuloze i drvenastog dijela, a manje nikotina i bjelančevina. Danas se duhanske žile uglavnom ekspandiraju i kao takve upotrebljavaju u duhanskim mješavinama.

2. Higroskopnost je sposobnost duhana da primi određenu količinu vlage. Osušeni duhan brzo reagira na relativnu vlagu okolnog zraka apsorbirajući je ili otpuštajući. Flue-cured duhan osuši se na 5 do 6% vlage i njime se teško može manipulirati a da se list ne lomi. Apsorpcija vlage na 12 do 13% daje duhanskom listu mekoću i gipkost te mogućnost rastezanja. To upijanje vlage poznato je kao kondicioniranje.

3. Ravnotežna vlaga (vododržna sposobnost) jest stanje vlažnosti duhana i relativne vlažnosti zraka pri kojemu duhan ne preuzima i ne ispušta vlagu, tj. ne suši se niti se vlaži. Ovisi o kemijskom sastavu duhana. Klor i ukupni sadržaj šećera pozitivno utječu na apsorpciju vlage. Smole i voskovi pak utječu na higroskopnost duhana. Kristalne i koloidne tvari duhana izravno utječu na njegovu vododržnu sposobnost. Prezreo list duhana ima manji kapacitet držanja vode.

4. Izgorljivost je sposobnost ili moć održavanja gorenja bez plamena do pepela. Određuje se u postocima, a ovisi o kemijskom sastavu duhana i dostupnom kisiku. Ako je izgorljivost dobra, bit će dobra i pušačka svojstva duhana. Duhan izgara na temperaturi od 420 do 480 °C.

Na brzinu gorenja utječe vlaga, soli, šećeri, celuloza i proteini. List s dosta kalija (koji povećava pristup O<sub>2</sub>) izgara brzo. Očito je da je kalij mineralni katalizator koji pridonosi produženju gorenja. Istodobno kalcij i magnezij sprečavaju potpuno izgaranje i gorenjem se stvara bijeli pepeo. Klor je vrlo higroskopan i ima negativan utjecaj na izgorljivost duhana (list s više od 3% klora ne može uopće držati vatru). Na usporavanje procesa izgaranja utječu i sumpor, fosfor i silicij, te topljivi ugljikohidrati i bjelančevine. Celulozne tvari najpogodniji su osnovni materijal za izgaranje, kao i nitrati. Jabučna i

limunska kiselina i njihove soli uz kalij i kalcij povoljno utječu na svojstvo zadržavanja gorenja.

Listovi iz donjeg dijela biljke gore brže od onih iz gornjega dijela. Duhan rahlije građe tkiva gori brže od duhana zbijenije građe. Vrlo težak duhan katkad ne izgara dobro bez obzira na kemijski sastav. Međutim, takav se duhan može ekspandirati što mu poveća brzinu gorenja.

Poželjno je da duhan izgara laganije i da ima sposobnost dobrog održavanja gorenja. Važno je i da potpuno izgori, što se jasno prepoznaje po obilježjima pepela. Ako je izgaranje ujednačeno, pepeo će biti ujednačen, bijel ili svjetlosiv i čvrst. Najbolja je izgorljivost kada je odnos  $K_2O$  i  $CaO$  1:1 ili više.

Brzina izgorijevanja određuje koliko dugo gori 1 mm cigarete. Optimalno je vrijeme između 5 i 15 sekundi.

5. Moć punjenja je volumen prethodno kondicionirane i izrezane plojke podvrgnute konstantnom tlaku, a izražava se u ml/g te označava koliko se cigareta može napraviti od određene težine (obično od 1 kg) izrezanog duhana bez negativnog utjecaja na proizvod. Od duhana dobre moći punjenja proizvest će se znatno više cigareta.

Moć punjenja ovisi o specifičnoj i volumnoj težini duhana, debljini lista, elastičnosti, širini reza, higroskopnosti i količini ekspandiranog duhana u mješavini. Lakši duhan (niža insercija) ima veću moć punjenja, a glatko tkivo ili duhan zbijene građe te debeo i raskvašen duhan ima manju moć punjenja.

Promjena vlage lista od 1% mijenja moć punjenja za 4 do 5%. Sadržajnost duhana je obrnuto proporcionalna moći punjenja. Od 1 kg flue-cured duhana može se napraviti od 1 000 do 1 100 cigareta.

Međutim, visoka moć punjenja nije uvijek u korelaciji s drugim kvalitetnim činiteljima. Primjerice, relativno loši, tanki i prazni flue-cured duhani imaju višu moć punjenja od teksturnog i sadržajnog duhana srednjih berbi, koji ima bolja pušačka svojstva i manje gubitke u preradi.

### 11.3. Kemijska svojstva

U duhanu ima više od 3 000 kemijskih spojeva, od kojih je samo dio važan za kvalitetu i upotrebnu vrijednost duhana. Kemijski sastav duhana ovisi o genskoj konstituciji biljke, uvjetima okoline te proizvodnji, sušenju i obradi duhana. Zapravo se može reći da svaki list na biljci ima drukčiji kemijski sastav.

Ipak, postoje neka opća načela u sadržaju pojedinih kemijskih komponenata duhana. Osnovni su sastojci zelenog duhana voda i suha tvar, koja sadržava organske i neorganske spojeve.

1. Sadržaj vode u duhanskom listu mijenja se tijekom sazrijevanja i obrade duhana. U vrijeme zriobe ima je od 70 do 90%, a u obrađenom duhanu 20% (80% suhe tvari, od čega je 20% neorganskih spojeva, a 80% organskih spojeva).

Sadržaj vode u duhanskom listu utječe na kemijske i biokemijske procese od berbe do gotovog proizvoda, među ostalima i na moć punjenja. Osim toga, i kemijski spojevi imaju velik utjecaj na sadržaj vode. Na sadržaj vode pozitivno djeluje topljiva saharoza, polifenoli, proteini, pektini i kloridi, a negativno polisaharidi. Procesi fermentacije i redryinga pridonose stabilizaciji higroskopnosti u duhanu.

Na upijanje vlage u duhanu utječe koloidni i kristaloidni kompleks. Koloidni kompleks ima uvijek određenu količinu koloidno vezane vode, pa zato slabo reagira na izmjenu vlage u okolini. No kristaloidne tvari brzo reagiraju na izmjenu vlage u okolini, primaju je i prenose, čime daju duhanskom tkivu elastičnost. Najvažniji činitelji koji djeluju na ravnotežnu vlagu, odnosno na brzinu vlaženja i povećanje vlažnosti jesu temperatura, relativna vlaga i brzina kretanja zraka.

Pri rezanju duhanskog lista sposobnost upijanja i zadržavanja vode se smanjuje, jer se koloidi smanjuju i kvalitativno mijenjaju. O sadržaju vlage ovise fizička svojstva kao što su elastičnost, rastezljivost i opće stanje duhana.

Voda u duhanu može biti vezana na tri načina: kemijski, fizikalno-kemijski i mehanički.

Kemijski vezana voda je ona koja se nalazi u sastavu pojedinih molekula različitih kemijskih spojeva duhanskog lista. Nema posebno značenje za obradu i preradu duhana. No fizikalno-kemijski vezana voda ima najveću važnost u obradi i preradi duhana. Nju na sebe vežu koloidne i kristaloidne tvari duhana. Te tvari mogu primiti i zadržati vodu i otpustiti je. S obzirom na način vezanja vode za koloide, razlikujemo hidratacijsku i strukturnu vodu. Hidratacijska je voda ona količina vode koja se zadržava na samoj površini koloidnih čestica, a strukturna je ona količina vode koju primi i veže koloidni kompleks procesom osmoze. Ta se voda teže upija, ali i teže ispušta. Vezanje vode na taj način uvjetovano je povećanim postotkom relativne vlage zraka i duljinom vremena vlaženja. Strukturna voda čini najveći dio svih voda u duhanskom listu. Mehanički vezana voda najmanje je važna za tehnologiju obrade i prerade jer je riječ o upijanju vlage preko kapilara i pora u samom tkivu lista. Promjenom temperature lista i okolnog zraka na površini lista može se izazvati kondenzacija vodene pare. Taj način vezanja vode najjednostavniji je i najbrži.

Suha tvar sadržava organske i neorganske spojeve. Organski su spojevi dušični i nedušični. Od dušičnih spojeva u duhanu najvažniji su alkaloidi, bjelančevine, aminokiseline, amidi, amini, amonijak, nitrati, nitriti i različite soli, a od nedušičnih ugljikohidrati, kiseline, fenoli i dr. Tretmani nakon berbe manje ili više utječu na promjenu kemijskog sastava. Kemijski spojevi duhanskog lista prethodnici su kemijskih spojeva dima.

2. Dušični spojevi. Ukupni dušik čine svi dušični spojevi u duhanu, a ne udio pojedinih spojeva. Zbog toga razdvajanje ukupnog dušika na topljivi i netopljivi dušik, nikotinski, aminokiselinski, proteinski i ukupne hlapljive baze daje bolje objašnjenje i razumijevanje utjecaja dušika u listu. Sadržaj ukupnog dušika raste od baze prema vrhu biljke. Ukupni dušik tijekom zriobe pada, ali se polako povećava s pojačanim žućenjem nedozrelog duhana. Jačina duhanskog dima u izravnoj je korelaciji s dušikom. Duhan s visokim sadržajem dušika daje jak dim i aromu.

3. Najvažniji dušični spojevi u duhanu jesu alkaloidi. Alkaloidi su bazični spojevi koji sadržavaju ciklično dušičnu jezgru i imaju karakterističan učinak na ljudski

organizam. Kemijske sličnosti među njima uvjetovane su sadržajem različitih heterocikličnih prstenova kao njihove osnovne strukture.

Postoje različite hipoteze o razlozima zastupljenosti i ulozi alkaloida u biljkama. Jedna govori da alkaloidi služe kao zaštita od insekata i herbivora, druga da su alkaloidi proizvod detoksikacije u biljci, treća da alkaloidi služe kao rezervno hranivo, a četvrta da imaju korisnu zadaću u opstanku biljke. Međutim, utvrđeno je da oni nisu inertna ni otpadna tvar već aktivni dio metabolizma.

U rodu *Nicotiana* alkaloidi se dijele na primarne (nikotin i normikotin), sekundarne i tercijarne. U komercijalnim duhanima nikotin je osnovni alkaloid i često se ukupni alkaloidi izražavaju kao nikotin. Većina alkaloida u rodu *Nicotiana* po svom su kemijskom sastavu 3-piridil derivati, čija je kemijska formula  $C_{10}H_{14}N_2$ . Nikotin je glavni alkaloid u 34 od 65 vrsta, a normikotin u 19 njih. Treći alkaloid po značenju jest anabasin.

Po kemijskom sastavu nikotin je jaka baza, koja je u slobodnom stanju bezbojna tekućina. Na svjetlosti potamni, a u vodi se lako otapa, kao i u eteru i alkoholu. Vrlo je otrovan. Letalna doza za čovjeka je 50 mg, a toksična je doza 4 mg. Na zraku lako oksidira u nikotinsku kiselinu. Amid nikotinske kiseline je vitamin PP. U biljci se uglavnom nalazi vezan u obliku neutralnih ili kiselih soli. S pikrinskom kiselinom daje soli pikrate, a taj se postupak primjenjuje za kvantitativno određivanje nikotina. Točka vrenja nikotina je 246 °C.

Glavnina nikotina sintetizira se u vršcima korijena, a samo mali dio u nadzemnim organima (8% u stabljici i 3% u listu). Tercijarno korijenje proizvodi više nikotina od sekundarnoga. Iz korijena se nikotin prenosi u list, gdje se akumulira. Akumulacija nikotina u listovima stalan je proces i počinje nakon presađivanja, a traje do zriobe.

Količina nikotina u listu ovisi o sorti i tipu duhana, položaju lista na stabljici, agrotehnici, klimi, tlu, zrelosti duhana itd. U flue-cured duhanu sadržaj nikotina varira od 0,17 do 4,93%. U donjim ga listovima ima prosječno 1,87%, u srednjima 2,65%, a u vršnim 3,26%. Najviše nikotina ima u listu, zatim u korijenu, pa stabljici. U sjemenu ga nema. Vrh lista i rubni dijelovi imaju više nikotina nego baza i unutarnji dijelovi. Sadržaj



nikotina povećava se sa zriobom duhana i nakon zalamanja u gornjim branjima. U donjim branjima maksimalni je sadržaj nikotina u prijevremenoj berbi, a u gornjim pri zakašnjeljoj berbi. S povećanjem gustoće sadnje smanjuje se sadržaj nikotina. Sadržaj nikotina povećava se sa smanjivanjem vlage zraka zbog povećanja debljine kutikule i smanjivanja gubitka nikotina zbog nižeg pH lista u sušnim uvjetima.

Nikotin pripada skupini psihoaktivnih tvari. Čovjekov mozak reagira na nikotin sedam sekundi nakon njegova ulaska u pluća. Nakon apsorpcije u organizmu nikotin se brzo metabolizira u različite sastojke i uglavnom izbacuje iz organizma s urinom. Jedan od produkata raspadanja nikotina jest kotinin i njegovo postojanje može biti pokazatelj izlaganja nikotinu. Nikotin se može apsorbirati i kroz kožu.

Nornikotin (kemijske formule  $C_9H_{12}N_2$ ), uz nikotin, drugi je važan alkaloid. Razlika između nikotina i nornikotina je u jednoj metil grupi. Nornikotin je tijekom pirolize manje stabilan od nikotina. Na 400 °C velik se dio nornikotina razgradi u miosmin. Oksidacijom daje nikotinsku kiselinu. Točka vrenja je 131 °C. Svi duhani sadržavaju veću ili manju količinu nornikotina. Duhani s više od 10% nornikotina od ukupnih alkaloida nepovoljni su za pušenje.

Nornikotin može nastati sintezom *in situ*, kao i ostali kemijski spojevi, te preobrazbom nikotina, odnosno njegovom demetilacijom (najvećim dijelom tijekom razvoja biljaka ili kao transformacija nakon branja tijekom sušenja). Ta preobrazba je genski uvjetovana i kontrolira je jedan dominantni gen. Prema nekim istraživanjima, nornikotin služi kao prethodnik sinteze nikotina, a "konverzija" nikotina u nornikotin zapravo je reverzija.

U flue-cured duhanima može se naći viši sadržaj nornikotina zbog nepravilnog sušenja, što se očituje u obliku crvenih pjega, tzv. trešnjina crvenila (*cherry red*). Dim takvoga duhana ima loš okus pri pušenju. Sadržaj nornikotina proporcionalan je intenzitetu crvene boje.

Ostali alkaloidi u duhanu (anabasin, miosmin, anatabin) pojavljuju se u malim količinama i ne utječu znatnije na pušačka svojstva duhana.

4. Od dušičnih spojeva, osim alkaloida, najvažnije su bjelančevine. Duhanski list sadržava dvije vrste bjelančevina: topljive i netopljive. Topljive se bjelančevine prema veličini molekule mogu podijeliti u dvije frakcije. Prva je frakcija 1, koja sastoji se od esencijalnih aminokiselina, a druga je frakcija 2. Zriobom duhana povećava se udio druge frakcije.

U svježem duhanu ima 12 do 15%, a u suhome od 4 do 10% bjelančevina, ovisno o sorti i tipu duhana, načinu sušenja, gnojidbi, klimatskim uvjetima, tlu i dr. Količina bjelančevina raste s položajem lista na stabljici. Visoka je u zelenkastih i nedovoljno osušenih duhana.

Bjelančevine nepovoljno djeluju na pušenje (neugodan miris i slabo izgorijevanje). Razlaganjem bjelančevina nastaje određena količina amonijaka koji povećava pH lista. Kvalitetni duhani imaju malo amonijaka.

5. Osim bjelančevina, od dušičnih spojeva u duhanu ima slobodnih aminokiselina i hlapljivih baza. Skupina bazičnih dušičnih spojeva kao što su slobodni nikotin, amini, slobodni amonijak i oni koji nastaju kao rezultat hidrolize dušičnih sastojaka (bjelančevine i amidi) označavaju se kao ukupne hlapljive baze. Te tvari daju duhanskom listu sadržajnost, a bitne su pri ocjeni kvalitete duhana i pušačkih svojstava. Njihov je sadržaj različit i mijenja se tijekom zriobe i postupaka nakon berbe te pri pušenju.

6. U duhanu se također mogu naći različite količine nitrata koji poboljšavaju izgorljivost. Sadržaj nitrata može varirati od 0,1 do 5% u suhoj tvari, ovisno o tipu duhana, gnojidbi i ostalim agrotehničkim zahvatima.

Najmanje nitrata ima u flue-cured duhanu (0,1%). Najveći dio nitrata dušika duhana u gorenju se pretvara u dušične okside, a ostatak se može transformirati u amonijak, amide i nitrite.

7. U duhanu ima i nitrozamina. Nitrozamini su vrlo kancerogeni spojevi, a uglavnom nastaju za vrijeme sušenja. Kao rezultat reakcije nikotina i nitrata nastaje N-nitrozonornikotin (NNN). S povećanjem temperature sušenja i količine nitrata stvara se više duhanskih specifičnih nitrozamina.

8. Od nedušičnih spojeva u duhanu su najzastupljeniji ugljikohidrati, organske kiseline, polifenoli, pigmenti i dr. Određuju tip i svojstva duhana te njegovu upotrebnu vrijednost.

Najvažniji nedušični spojevi su ugljikohidrati. Dijele se na jednostavne i složene, odnosno na topljive i netopljive. Od složenih ugljikohidrata zastupljene su pentoze, celuloza, škrob, a od jednostavnih glukoza i fruktoza.

Jednostavni ugljikohidrati, monosaharidi ( $C_6H_{12}O_6$ ) i disaharidi, imaju sladak okus pri pušenju i nazivaju se šećeri. Oni određuju kvalitetu duhana. Monosaharidi su lako topljivi u vodi i imaju sposobnost redukcije Fehlingove otopine pa se zovu reducirajući šećeri. Disaharidi se u tom smislu razlikuju od monosaharida. Maltoza je reducirajući šećer, a saharoza nije. Stoga u reducirajuće šećere ubrajamo sve monosaharide i maltozu.

Od monosaharida u duhanu je najviše glukoze, uglavnom u parenhimu, uz nervaturu lista. Fruktoze je manje, i ima je uglavnom u zelenome neosušenom lišću.

Saharoza je disaharid sastavljen od jedne molekule glukoze i jedne molekule fruktoze kojima je oduzeta jedna molekula vode. Ima je u manjim količinama u zelenome i suhom listu. U početku sušenja sadržaj saharoze se povećava, a kasnije smanjuje zbog hidrolize. Jako se razgrađuju u fermentaciji uz pomoć enzima saharaze ili invertaze. Maltoza je disaharid sastavljen od dvije molekule glukoze, ali malo se kad pojavljuje u slobodnom stanju. Maltoza je intermedijarni proizvod hidrolize škroba.

Količina šećera u duhanu ovisi o sorti, tipu duhana, načinu sušenja, agrotehnici pri uzgoju duhana i o položaju lista na stabljici. Što je sušenje kraće, duhan će imati više šećera. Duhan sušen toplim zrakom sadržava najviše šećera, u prosjeku od 15 do 25%, a duhan sušen u hladu sadržava manje od 2% šećera. U flue-cured duhana najviše šećera ima u srednjim listovima.

9. Škrob je visokomolekularni polimerni ugljikohidrat, najvažniji izvor rezervnih tvari u biljci. Najviše škroba ima u gornjim listovima. U vrijeme cvatnje duhana i zriobe lista dolazi do njegove hidrolize i smanjenja. Najveća je razgradnja škroba (60%) u fazi

žučenja. Smatra se da u osušenom listu treba biti 2 do 5% škroba koji neće nepovoljno utjecati na kvalitativna svojstva duhana. Listovi koji imaju više škroba grublji su i puniji te kiselijeg okusa. Ako su listovi prije sušenja bili oštećeni (prelomljeni, zgnječeni, oštećeni od bolesti i insekata), škrob se na tim mjestima zadržava i nakon sušenja i dorade. Razgradnjom škroba nastaju monosaharidi i disaharidi, odnosno šećeri bitni za kvalitetu duhana.

10. Celuloza je tipičan polisaharid, vrlo stabilan kemijski spoj, netopljiv u vodi i u običnim otapalima, pa se ne mijenja ni u sušenju ni u doradi (fermentaciji). Stabljike sadržavaju oko 35% celuloze, a glavno rebro između 10 i 15%. U prosjeku u cijeloj biljci ima oko 10 do 12% celuloze. U starijih biljaka duhana celuloza je više kristalnog oblika, a u mlađih je amorfnog izgleda.

Listovi jače nervature imaju više celuloze od listova nježne nervature. Više celuloze ima u donjim listovima. Kvalitetniji duhani imaju manje celuloze. Celuloza utječe na ravnomjernost izgaranja duhana i na moć punjenja. Duhani s više celuloze imaju veću moć punjenja.

11. Lignin je visokomolekularni ugljikohidrat i uglavnom prati celulozu. U duhanskom listu ima ga između 3 i 5%. Najviše ga ima u drvenastim dijelovima biljke. Pretpostavlja se da lignin nastaje od hemiceluloze ili pektinskih tvari stanične stijenke. Neke aromatične tvari mogu biti prethodnici sinteze lignina. Lignin je, kao i celuloza, netopljiv i ne podliježe utjecaju fermentata duhana. Veće količine lignina mogu dati duhanu neugodan okus.

12. Hemiceluloza se nalazi u staničnoj stijenci. U cijelom duhanu je ima oko 2%. Naziva se još i rezervnom celulozom jer može služiti kao rezervni ugljikohidrat. Lako se hidrolizira i pri tom nastaju pentozani.

13. Pentozani pripadaju grupi polisaharida, čija količina uvelike varira i ovisi o sadržaju hemiceluloze i pektinskih tvari. U fermentaciji pentozani prelaze u furfurool, koji može nastati iz eteričnih ulja. Povećan sadržaj pentozana utječe na pogoršanje kvalitete duhana.

14. Pektini su visokomolekularni spojevi ugljikohidratnog podrijetla. Po kemijskom su sastavu derivati galakturonske kiseline. Zbog koloidne spužvaste strukture imaju hidrofilna svojstva i važni su za reguliranje sadržaja vode u biljnom tkivu. U duhanu može biti do 10% pektina. Duhani lošije kvalitete imaju veću količinu pektina.

15. U duhanu može biti od 15 do 20% organskih kiselina. Imaju važnu ulogu u izmjeni tvari. Duhan sadržava hlapljive (octenu, mravlju, propionsku, mliječnu i dr.) i nehlapljive organske kiseline (limunsku, jabučnu, oksalnu, glikolnu, sukcinu, malonsku i fumarnu). Flue-cured duhani imaju više hlapljivih kiselina, posebno octene i mravlje.

Kiseline se u duhanu uglavnom nalaze u obliku soli kalija, magnezija i kalcija. Slobodna propionska i mliječna kiselina daju dimu oštar miris. Kvalitetni duhani imaju više jabučne kiseline, a manje limunske i oksalne. U flue-cured duhanima jabučna je kiselina glavna organska kiselina i djeluje na pušačka svojstva, daje duhanu punoću i zaokružen okus, posebno visokoalkaloidnim duhanima. Organske kiseline smanjuju se od baze prema vrhu stabljike.

Prema stupnju reakcije, sve duhane dijelimo na kisele (cigaretne) i alkalne (cigarni i cigarette, sušeni u hladu). Duhani kisele grupe pri izgaranju razvijaju dim kisele reakcije, a duhani alkalne grupe dim alkalne reakcije.

Kvaliteta cigaretnih duhana raste s porastom stupnja kiselosti, ali samo do određene granice.

16. Duhanske smole i eterična ulja formiraju se zajedno u supkutikularnom području glavice žljezdanih dlačica. Po kemijskom sastavu smole su esteri masnih kiselina sa visokomolekularnim alkoholima. U sastavu smola su i masne kiseline (palmitinska, oleinska, stearinska i dr.).

Sadržaj smola u duhanu može se kretati do 15%. U ekstraktu smola, među ostalim, ima i rezena, tvari ugodnoga aromatičnog mirisa, koji podsjeća na miris meda. Rezeni pri izgaranju razvijaju aromatične produkte, od kojih uvelike ovisi aromatičnost duhana, pa i njegov okus pri pušenju. Za kvalitetu duhana važniji je kvalitativni sastav smola nego njihova količina.

Eterična su ulja lako hlapljive tvari koje najviše utječu na miris duhana. To su složeni spojevi u čiji sastav ulaze različite organske grupe (alkoholi, kiseline, aldehidi, ketoni i fenoli). Njihov kemijski sastav i fizička svojstva ovise o stadiju razvoja duhana i o fazi njegove obrade. Sadržaj eteričnih ulja ovisi o tipu duhana i uvjetima uzgoja i sušenja. Najviše ih ima u orijentalnom duhanu i duhanu koji se uzgaja u toplijim područjima. U duhanu i dimu može se naći više od 1 200 hlapljivih i poluhlapljivih eteričnih ulja. Teži, sadržajni i nikotinozniji listovi s vrha biljke imaju više eteričnih ulja. Međutim, povećane količine eteričnih ulja ne poboljšavaju uvijek kvalitetu pušenja.

17. Fenolni spojevi u živim biljkama nastaju u obliku glikozida i estera. Polifenoli i slični spojevi nađeni u duhanu nalaze se u obliku tanina, kumarina, flavonola, jednostavnih fenolnih derivata, antocijana i dr. Fenolni spojevi imaju važnu ulogu u određivanju boje lista, kvalitete i fiziološke jačine dima. Ukupni sadržaj polifenola u duhanu može biti od 0,52 do 2,61%. Na sadržaj polifenola utječe sorta, tip duhana, položaj lista na stabljici, zrelost, svjetlost, temperatura, ishrana, sušenje i dr. Sadržaj polifenola ovisi i o sadržaju šećera. Uz veći sadržaj polifenola duhan postaje aromatičniji. Pretpostavlja se da se izgaranjem duhana razgrađuje polifenol, čiji produkti daju aromu duhanskom dimu. Polifenoli tijekom pušenja pirolizom daju katehol i hidrokinone. Katehol je najčešći fenol u cigaretnom dimu i aktivan je kancerogen.

Najčešći polifenoli u duhanu jesu rutin, klorogenska kiselina i skopoletin. Flue-cured duhani sadržavaju znatno više polifenola, što znači da je gubitak polifenola tijekom sušenja toplim zrakom manji.

18. Pigmenti pripadaju spojevima koje utječu na kvalitetu i upotrebnu vrijednost duhana. Boja lista u polju često je pokazatelj fiziološkog stanja rasta, a boja suhog lista utječe na tržišnu vrijednost duhana.

Ukupna količina i sastav pigmenata ovisi o sorti i tipu duhana, stadiju razvoja i obradi duhana. Glavni biljni pigmenti u zelenom duhanu jesu klorofil a, klorofil b, lutein,  $\beta$ -karotin, neoksantin i violoksantin. Sadržaj klorofila zelenog lista varira od 0,5 do 4,0%. Ukupna količina žutih pigmenata karotina i ksantofila iznosi oko 1/5 do 1/3 sadržaja klorofila u zreloj duhanskoj listi. Najviše klorofila imaju flue-cured duhani, a

najmanje burley. Sadržaj klorofila i ksantofila smanjuje se zriobom duhana, a sadržaj karotina se povećava. Tijekom faze žućenja karotini brzo oksidiraju. Sinteza crvenog pigmenta u flue-cured duhanima ovisi o enzimskoj oksidaciji polifenola u kinone.

Postoje sorte duhana koje od rasada imaju blijedo zelenu boju lista, a u zriobi svi listovi na biljci požute u isto vrijeme. To se svojstvo naziva blijedo žutilo (*pale yellow*) i kontrolirano je jednim dominantnim genom (Py). Takvi Py duhani općenito imaju viši sadržaj nikotina i ukupnog dušika, a njihovi zeleni analozi imaju viši prinos, više šećera i više škroba.

Prema nekim istraživanjima, pigmenti pirolizom mogu stvoriti visoko molekularne aromatske ugljikovodike dima.

19. Mineralne tvari u sadržaju ukupne suhe tvari duhana čine 11-30%. Izražavaju se sadržajem pepela koji ostane nakon izgaranja duhana. Sadržaj mineralnih tvari ovisi o tipu duhana, tlu, klimi, položaju lista na stabljici, gnojdbi i dr. Bitan je za reguliranje procesa izgaranja duhana. Određuje se na temelju međusobnih odnosa pojedinih mineralnih sastojaka, te njihova odnosa prema organskim spojevima. Sadržaj pepela i kvaliteta duhana u obrnutoj su korelaciji.

Najvažnije mineralne tvari u duhanu jesu kalij, kalcij i magnezij. Ti se elementi uglavnom nalaze u obliku soli. Soli kalija povoljno djeluju na izgaranje duhana, a soli kalcija nešto manje povoljno. Magnezij pak nepovoljno djeluje na izgorljivost duhana, a klor ima nepovoljan utjecaj na sposobnost gorenja duhana.

Zbog načina sušenja najmanji sadržaj mineralnih komponenata imaju duhani sušeni toplim zrakom. Sadržaj mineralnih tvari smanjuje se od baze prema vrhu stabljike.

#### **11.4. Pušačka svojstva**

Pušenje je fizikalno-kemijski proces. Komponente duhanskog dima čine svi spojevi zastupljeni u dimu (iz duhana, aditiva ili iz atmosfere). U duhanskom je dimu do sada identificirano 3 796 kemijskih spojeva svrstanih u 27 funkcionalnih skupina. Sastav i kvaliteta dima ovise, među ostalim, o kemijskom sastavu duhana. Zbog velikog broja

različitih kemijskih spojeva duhanski dim djeluje na organizam pušača fiziološki, narkotično, toksično, kancerogeno i kumulativno.

Zahvaljujući fiziološkom djelovanju dima, pušač osjeća određeno zadovoljstvo. Narkotično djelovanje potječe od alkaloida, odnosno najvećim dijelom od nikotina. Ako duhan sadržava više nikotina, jače mu je narkotično djelovanje. Toksično djelovanje dima rezultat je različitih toksičnih spojeva kao što je ugljikov monoksid (CO), cijanovodik (HCN), ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) i dr. Najjače toksično djelovanje ima ugljikov monoksid, jer veže hemoglobin iz krvi, što dovodi do nedostatka kisika. Značajan je činitelj rizika za nastanak ateroskleroze, te koronarnih i srčanih bolesti. Ukupna količina CO kreće se od 5 do 20 mg po cigareti, a ovisi o cigaretnom papiru, njegovoj poroznosti, duhanskoj mješavini, komponentama filtra i dr. Pri pušenju se koncentracija CO progresivno povećava u nekoliko posljednjih udisaja dima. Kancerogene su tvari u duhanskom dimu arsen, antracit, benzopiren, nitrozamini i neki alifatski ugljikovodici, koji već postoje u duhanu ili se stvaraju u samom procesu pušenja. Dimni kondenzati i različite smolaste tvari mogu se taložiti u plućnim alveolama, gdje se zadržavaju dugo i imaju kumulativno djelovanje.

Pri pušenju cigarete ili cigare nastaju dvije vrste dima, glavna i sporedna struja. Glavna je struja ona koju pušač uvlači kroz cigaretu, pa se taj dim već rashladi dok dođe u usta pušača. Sporedna je struja onaj dim koji je proizvod tinjanja cigarete i gorenja između dva uvlačenja. Temperatura tog dima je veća. Sastojci duhanskog dima u glavnoj i sporednoj struji identični su, ali je njihov količinski omjer različit. U cigaretnih duhana glavna struja dima ima kiselu, a sporedna alkalnu reakciju. U novije se vrijeme sve više govori o trećoj vrsti dima, tzv. okolinskom dimu (ETS - *environmental tobacco smoke*). Okolinski je dim sav onaj dim koji odlazi u atmosferu, a sastavljen je od dima što ga pušač izbacuje i sporedne struje dima.

U zoni gorenja cigarete pri pušenju razvija se temperatura od 800 do 950 °C. Pri tako visokoj temperaturi neke se tvari razaraju i njihovi proizvodi prelaze u dim, dok druge prelaze u dim nepromijenjene (nikotin, zasićeni ugljikovodici, kiseline i esteri niske molekurne težine, te neki ugljični spojevi poznati kao aromatični sastojci duhana).



Približno 50% nikotina prelazi u dim nerazgrađeno. Koliko će nikotina prijeći u dim ovisi o prirodi samog procesa izgaranja i o tome ostaje li kraći ili duži opušak. Uz pretpostavku da u duhanu jedne cigarete ima 10 mg nikotina, najmanji njegov dio dopije u pluća pušača (15%). U tzv. ventiliranih cigareta ta količina može biti dva ili više puta manja.

Količina nikotina koju apsorbira organizam pušača ovisi i o dubini uvlačenja (inhaliranja) dima. Pri dubokom uvlačenju duhanskog dima u pluća, organizam pušača apsorbira oko 70% nikotina što ga sadržava dim, pri normalnom oko 35%, a pri pušenju bez uvlačenja u pluća oko 5%.

Duhanski je dim kompleksni dinamični aerosol koji se sastoji od nekoliko tisuća plinovitih, hlapljivih i nehlapljivih spojeva. Ta se mješavina sastoji od čvrste i plinovite faze.

Plinovita faza je onaj dio dima koji nije odstranjen konvencionalnim cambridge filtrom u stroju za pušenje. Taj filter zadržava sve čestice promjera 0,2 mikrona. Plinovita se faza uglavnom sastoji od visokohlapljivih tvari, tj. od različitih plinova i pare i u pušenju je najčešće neutralnog okusa. Dio dima koji je zadržan na cambridge filtru zove se ukupni kondenzat (*total particulate matter*), tj. čvrsta faza. Čvrsta faza dima sastavljena je od sitnih tekućih kapljica u obliku magle, poznatih kao aerosol. Aerosoli su čestice dovoljno maloga aerodinamičnog promjera kako bi se osigurala relativno stabilna suspenzija u zraku. Promjer čestica aerosola kreće se od 0,01 do 20 mikrona.

Odbijanjem sadržaja vode od ukupnog kondenzata dobije se suhi kondenzat, a oduzimanjem sadržaja vode i nikotina od vrijednosti ukupnog kondenzata dobije se suhi kondenzat bez nikotina. Ta vrijednost, mjerena u miligramima po cigareti, obilježava se kao katran ili tar.

Mineralne komponente duhana nakon izgaranja duhana zaostaju u obliku pepela. Tamnosivi pepeo pokazatelj je lošeg kapaciteta držanja vatre i loše kvalitete proizvoda. Relativni odnos mineralnih spojeva i njihova apsolutna vrijednost utječu na kvalitetu izgaranja duhana. Pepeo čini 10 do 30% ukupnog sadržaja suhe tvari.

Duhan, duhanski proizvodi i repromaterijali podliježu zakonskim odredbama o prehrambenim proizvodima, posebnim odredbama o duhanu i pušenju, odredbama o aditivima, ISO standardima i dr. Da bi se održala stalna kvaliteta duhana i duhanskih proizvoda, provode se konstantne provjere organoleptičkih, fizikalnih i kemijskih parametara. Kontrola kvalitete duhana može se odrediti organoleptički, laboratorijski i degustacijom. Organoleptička procjena provodi se pri otkupu duhana.

Vlaga duhana može se odrediti u peći, posebnim aparatom - testronom ili infracrvenima zrakama. Određivanjem vlaknatosti sustavom sita utvrđuje se kvaliteta rezanja i dimenzije izrezanih komadića. Moć punjenja određuje se denzimetrom i izražava u  $\text{cm}^3/\text{g}$ . Širina reza određuje se povećalom s milimetarskom skalom (50 mjerenja, iz kojih se izračuna prosjek).

U nedorađenom duhanu najčešće se analizira sadržaj nikotina, ukupnog dušika, bjelančevina, šećera i mineralnog kompleksa. Za određivanje tih komponenata danas se najčešće primjenjuju različite instrumentalne metode (CORESTA metode, AOAC metode).

Sa stajališta kvalitete, kemijski se spojevi duhana mogu podijeliti na one koji imaju pozitivan učinak na kvalitetu (šećer, neke kiseline i dr.), koji imaju negativan učinak (dušik, bjelančevine, pektini, pentozani, neke kiseline, nikotin) i koji ne utječu na kvalitetu duhana (polifenoli, supstancije petrol eter ekstrakta, neke kiseline, rezini, voskovi). Međutim, ta se podjela ne može prihvatiti bezuvjetno. Bez nikotina pušenje neće pružiti fiziološko zadovoljenje, a višak nikotina izazvat će iritaciju i negativne osjećaje pri pušenju.

Najčešće istraživani sastojci u duhanu jesu nikotin, ukupni dušik, reducirajući šećeri, pepeo, amonijak i pH, a u dimu - nikotin, reducirajući šećeri, katran, CO, pH, slobodni nikotin i hlapljive baze.

Degustacija duhanskih proizvoda jest čovjekovo reagiranje na njihova fizikalno-kemijska svojstva. Sastavni je dio uspješne proizvodnje i putokaz u razvoju novog proizvoda u duhanskoj industriji. Posljednju riječ ima pušač kao krajnji potrošač. Cilj je

degustacije prevesti želje potrošača u točno definirani proizvod, pri čemu se duhan koristi u obliku dima, prelaskom čvrste tvari u plinovito stanje.

Najvažnija pušačka svojstva koja se ocjenjuju degustacijom jesu okus, aroma i jačina duhana. Često se pojam jačine poistovjećuje s oštrinom (iritirajući osjećaj), a nadražaji s osjećajima okusa.

1. Okus se registrira kad dim dođe u dodir s osjetnim kvržicama okusa na jeziku. On je zapravo kombinacija arome, okusa i nekih drugih osjećaja. Sitne čestice dima ostaju u ustima i na zubima i daju naknadni okus, što pridonosi općem dojmu. Okus se definira kao fin, ugodan, manje ugodan do neugodan.

2. Aroma podrazumijeva ugodno djelovanje dima kao rezultata izgaranja aromatskog kompleksa duhana na osjetila pušača. Da bi se prepoznala aroma, dim mora proći kroz sluznicu nazalnog dijela, gdje je smješteno osjetilo mirisa. Osjet okusa i arome međusobno su usko povezani i tek njihova kombinirana funkcija daje pravi dojam punoće pušenja i arome. Ako jedan od tih organa ne obavlja funkciju kako treba, smanjuje se mogućnost raspoznavanja prirode i kvalitete dima.

Organi osjeta mirisa lako se zamaraju i postaju neosjetljivi na aromu kojoj su stalno izloženi. Zato se aroma najbolje ocjenjuje pri prvim dimovima. Riječ je o kombinaciji okusa, mirisa i drugih osjeta. Osjećaj u ustima dio je arome i prepoznaje se kao oštar, opor, ljut.

3. Jačina duhana osnovna je komponenta koju pušač degustira pri pušenju cigarete. To je fiziološko djelovanje duhanskog dima pri njegovu uvlačenju u organe respiratornog sustava, s utjecajem nikotina i alkaloida, piridina, amonijaka i drugih sastojaka dima. Fiziološka jačina dima registrira se na gornjim respiratornim organima. Jačina je zapravo fizički dojam, a odraz je slabijega ili jačeg otpora u respiratornim organima.

4. Harmoničnost je stupanj usklađenosti svih pušačkih svojstava, tj. ukupni dojam što ga cigareta ostavlja pri pušenju. Nema osjećaja draženja u grlu, paljenja na jeziku i u nosu, jake gorčine ili obloženosti jezika i nepca. Taj sklad osjeta mora biti rezultat

postignutog sklada u kemijskim komponentama i kompatibilnosti s primijenjenim repromaterijalima (cigaretni papir, filtarski štapić i dr.).

Degustacijska ocjena duhana i duhanskih proizvoda provodi se pri stvaranju i priznavanju nove sorte, stvaranju novog duhanskog proizvoda, puštanju proizvoda na tržište, ocjeni redovite proizvodnje i održavanju tekućeg proizvoda.

Često se pri ocjeni pušačkih svojstava duhana upotrebljava i američki termin *flavour* kad se želi istaknuti fina aroma i ugodan okus duhana. Flavour je pojam širi od arome, jer obuhvaća ugodan okus i djelomice punoću i harmoničnost pušenja.

Analizu pušačkih svojstava duhanskih proizvoda najčešće provodi skupina ljudi posebno obučenih za ocjenu pojedinih svojstava dima. To su redoviti pušači, osobe koje poznaju elemente pušačkih svojstava, degustacijske termine i njihove definicije i koje mogu otkriti razlike u okusnim značajkama. Degustacijska ocjena definitivna je ocjena vrijednosti sirovine neke nove sorte ili novog proizvoda.

## 12. Duhani sušeni na zraku

### 12.1. Burley

Burley je drugi po važnosti tip duhana koji se uzgaja u Hrvatskoj i najvažniji od duhana koji se suše na zraku u zasjenjenom prostoru. Sastavni je dio mješavina za blend cigarete. Sadržajni i teži listovi upotrebljavaju se za mješavine za lule i kao duhan za žvakanje.

Kada je farmer George Webb iz Ohija 1864. godine u svom rasadu duhana otkrio biljke žućkaste boje listova, nije ni slutio da je stvoren svijetli duhan tipa burley (sl. 135. i 136.). Za razliku od starog tamnog burleya nova je sorta dobila ime White Burley. Zapravo riječ je o mutantnom obliku sorte White Orinocco.

Biološki gledano, burley je defektan tip duhana, jer zelena biljka ima manje klorofila. Međutim, taj se biološki nedostatak u tehnološkom smislu pokazao kao prednost.

Taj tip duhana ima lagano, spužvasto tkivo visoke sposobnosti upijanja tekućih tvari. Može apsorbirati i zadržati tekućine u količini do 25% vlastite težine. List je relativno nježan i tanak. Sadržaj nikotina, bjelančevina, nitrata i pepela relativno je visok, a zbog dugog sušenja šećera ima samo u tragovima. Fenola ima malo, kao i hlapljivih kiselina, dok su nehlapljive kiseline visoke (uglavnom limunska i jabučna), a pH-reakcija je alkalna. Boja suhog lista duhana je svjetlosmeđa, crvenkasta do čokoladna. Ta ga svojstva čine nužnim sastojkom cigareta blend tipa koje se umjetno sosiraju i aromatiziraju.

U pripremi duhana za izradu cigareta burley se prije blendiranja obrađuje na posebnoj liniji. Šećer kao glavni sastojak aromatskih aditiva koji se dodaju burleyu u mješavinama za duhanske proizvode uklanja oporost koju mu daje visok postotak dušičnih tvari. Visoka moć upijanja različitih zaslađivača činila ga je u početku vrlo popularnim za žvakanje. Burley koji se upotrebljava za cigarete obrađuje se istim postupkom kao i flue-cured duhan.



Slika 135. Duhan tipa burley – sorta TN 86



Slika 136. Duhan tipa burley - sorta Poseydon

### 12.1.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje burleya

Duhan tipa burley zahtijeva nešto više temperature i veću količinu oborina od flue-cured duhana. Taj tip duhana stvara veću lisnu masu i tijekom ljetnih mjeseci nepovoljnije reagira na sušu. U klimatskim uvjetima Hrvatske oba se tipa duhana uzgajaju u kontinentalnom dijelu.

Za razliku od flue-cured duhana, burleyu odgovaraju duboka tla dobre plodnosti. Najbolji duhani tog tipa proizvode se na crvenkastosmeđim težim ilovačama Tennesseeja i Kentuckyja. Vapnenog su podrijetla i dobrog vodozračnog režima. Burley je dobar primjer iznimki od općeg pravila po kojemu lagana svijetla tla daju duhane tankog lista, svijetle boje, a teža tla daju debeo i težak list tamnih nijansi. Taj tip duhana ima relativno tanak i lagan list dobre izgorljivosti i na teksturno težim tlima. To je posljedica genskih svojstava burleya. U Hrvatskoj se duhan tipa burley uzgaja na nešto težim tlima (pseudoglej, eutrično smeđa tla). Usprkos različitim potrebama za dušikom, oba tipa duhana zahtijevaju dobro drenirana i strukturna tla.

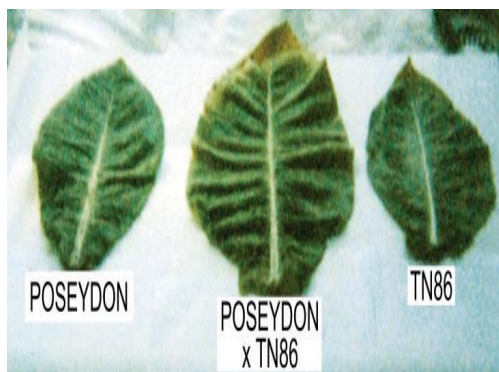
### 12.1.2. Tehnologija proizvodnje burleya

Kao pretkultura u plodoredu duhana tipa burley može biti i neka mahunarka, jer taj tip duhana podnosi veće količine dušika bez smanjenja kvalitete lista. Ako je moguće, može se zasijati i ozimi međusjev. U nekim djelovima SAD-a primjenjuje se višegodišnji plodored: duhan, žitarice, lucerna, kukuruz. U Hrvatskoj se oba tipa duhana najčešće sade nakon strnih žitarica.

Nema razlika između pripreme tla za flue-cured duhan i duhan tipa burley. Kako se taj tip duhana sadi na nešto težim tlima u proljeće, s pripremom tla često treba pričekati nešto dulje da se dobro prosuši.

Burley zahtijeva znatno veće količine dušika, a nedostatak tog hraniva odmah se očituje na donjim listovima, koji ne sazrijevaju. Količine dušika koje se dodaju različite su, a ovise o lokalnim uvjetima i uglavnom se kreću iznad 100 kg/ha. Prema Mustapiću i sur. (1992.) količina dodanog dušika u nas ne bi smjela prelaziti 150 kg/ha. Oblik u kojem se dušik dodaje manje je važan od količine koja se dodaje, premda se mora voditi briga o dodavanju većih količina amonsulfata ondje gdje je kiselost tla problem. Dušik se može dodati 2 puta, a prihrana se obično provodi 2 do 3 tjedna nakon sadnje uz redove. Uz dušik se moraju dodati i odgovarajuće količine fosfornih i kalijevih gnojiva, sukladno analizi tla. Dodaje se između 100 do 150 kg fosfora/ha te 120 do 130 kg kalija/ha. Nedostatak fosfora očituje se, kao i u flue-cured duhana, u formiranju malih listova slabije kvalitete i zakašnjoj zriobi, a posljedica nedostatka kalija su grublji listovi. U nekim dijelovima SAD-a burley se gnoji i sa stajskim gnojem. Međutim, to gnojivo sadržava klor, pa ga se ne smije dodavati više od 25 do 30 t/ha. Tu količinu treba uzeti u obzir pri obračunu ukupne količine potrebnih hraniva.

Današnja proizvodnja duhana tipa burley u Hrvatskoj zasniva se na stvaranju vlastitih F<sub>1</sub> hibrida, koji su pokazali neke prednosti pred čistolinijskim sortama. Uočena je pojava heterozisa, koja se očituje većim prinosom (sl. 137.) i ranozrelošću. Osim toga, u određeni se genotip mogu lakše unijeti geni otporni na neke važnije patogene, a jednostavnije se mogu kombinirati i poželjna svojstva roditelja. Primjena citoplazmatske muške sterilnosti u proizvodnji hibridnog sjemena isključuje potrebu ručne emaskulacije.



Slika 137. Listovi roditelja i  $F_1$  hibrida duhana tipa burley

Danas su na Državnoj sortnoj listi RH ove sorte burley duhana: Podravac, Slavonac (Duhanski institut Zagreb) i BH 2, BH 4 i BH 9 (Hrvatski duhani).

Podravac je hibridna sorta priznata 1996. godine. Odlikuje se zadovoljavajućom otpornošću na PVY i plamenjaču. Visina stabljike nakon zalamanja je oko 150 cm. Na stabljici se formira 26 svjetlijih listova za berbu. List je izduženo eliptičnog oblika. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Cvate 70 do 75 dana nakon sadnje. Osušeni listovi dobivaju čokoladnu boju. Posjeduje visok potencijal prinosa (više od 3 500 kg/ha), umjeren sadržaj nikotina i bjelančevina u usporedbi s drugim sortama duhana tipa burley. Pušačka su mu svojstva zadovoljavajuća i ta se sorta dobro uklapa u duhanske mješavine.

Slavonac je hibridna sorta priznata 1996. godine. Manje je otporan na PVY od Podravca. Visina stabljike nakon zalamanja je oko 145 cm. Na stabljici se formira 27 svjetlijih listova za berbu. List je eliptičnog oblika. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Cvate oko 75 dana nakon sadnje. Osušeni listovi dobivaju čokoladnu boju. Posjeduje visok potencijal prinosa (oko 3 500 kg/ha), ima umjeren sadržaj nikotina i bjelančevina u usporedbi s drugim sortama duhana tipa burley. Pušačka su mu svojstva zadovoljavajuća.

Duhan tipa burley sadi se na isti način kao i flue-cured duhan. Budući da se flue-cured duhan u Hrvatskoj sadi na većim površinama i na lakšim tlima, obično se posadi



prije burleya. Često su teža tla premokra pa se treba pričekati sa sadnjom. Poželjno je da se taj duhan posadi do polovice svibnja. Razmak između redova (od 100 do 120 cm) i unutar reda (od 40 do 60 cm) prilagođava se sirovini koju želimo dobiti. Sklop u burleya manji je od sklopa flue-cured duhana i iznosi od 20 000 do 25 000 biljaka/ha.

Korovi, bolesti i štetnici u duhanu tipa burley suzbijaju se na isti način kao i u flue-cured duhanu. Duhan tipa burley zbog veće nadzemne mase zahtijeva više vlage, pogotovo tijekom ljetnih mjeseci, pa se mora češće i natapati.

Za burley se u posljednje vrijeme traži nešto nježnija sirovina s manjim sadržajem nikotina, pa se taj tip duhana zalama na visini od 18. do 22. lista i nešto kasnije od flue-cured duhana.

Duhan tipa burley zreo je za berbu kad se normalna blijeda boja listova pretvori u žute pruge preko većeg dijela površine lista. Zreli se listovi beru i nižu na špagu (sl. 138.) te stavlja u sušnicu različitog oblika i materijala (sl. 139.-141.).

U Americi se jedna do dvije berbe suše na špagi, a ostatak listova ostaje na stabljici na kojoj se suši (sl. 142. i 143.). Ako se duhan bere rezanjem stabljike, onda stajanjem u polju 1-3 dana (osim ako se očekuje kiša ili visoke temperature), već izgubi oko polovicu svoje početne težine.



Slika 138. Strojno nizanje duhana tipa burley prije sušenja



Slika 139. Drvena sušnica



Slika 140. Plastična sušnica



Slika 141. Sušnica pokrivena polietilenskom folijom



Slika 142. Sušnica za sušenje duhana tipa burley na stabljici



Slika 142. Sušenje duhana tipa burley na stabljici

Duhan tipa burley suši se u zasjenjenim prostorima uz pomoć vanjskoga zraka. Pri takvom sušenju temperature zraka ne smiju biti visoke, a relativna se vlaga regulira unutar sušnog prostora. Listovi duhana uvenu, požute (sl. 144.), posmeđe (sl. 145.) i isušuju se. Sušenje na taj način traje od 30 do 60 dana, ovisno o vanjskim uvjetima i osobinama lista. U zreom, svježem obranom duhanu voda čini 85% ukupne težine. Najveći gubitak vode nastaje unutar prva 24 sata. Najpovoljniji uvjeti za sušenje jesu relativno toplo i suho vrijeme (temperatura između 15 i 30 °C, uz relativnu vlagu zraka između 65 i 70%). U prostoru gdje se duhan suši zrak mora stalno cirkulirati da se na površini lista ne bi kondenzirala voda. Isušivanje duhana ne smije biti prebrzo, jer dolazi do fiksiranja

zelene ili žute boje, do poremetnje u razgradnji škroba i smanjenju kvalitete duhana. Ako traju dulje od 40 sati, visoka relativna vlaga i niska temperatura u vrijeme sušenja mogu pridonijeti tamnjenju boje lista i gljivičnim infekcijama, odnosno razaranju lisnog tkiva.

Duhan je osušen kada glavna žila pri savijanju oko prsta pucketa. Ako se duhan suši na stabljici, stabljika tada može još biti zelena. Ako je boja suhog lista prošarana, obično žutom ili tamnosmeđom bojom, ona se može ujednačiti naizmjeničnim vlaženjem i sušenjem. Sunčeva svjetlost nepovoljno utječe na boju suhog duhana, pa se taj duhan ne smije izlagati suncu.



Slika 144. Duhan tipa burley na početku sušenja



Slika 145. Duhan tipa burley na kraju sušenja

Najbolje sušnice su one s drvenom konstrukcijom. Veličina ovisi o lokalnim uvjetima i količini duhana koju poljoprivrednik uzgaja. Najčešće su široke 10 do 12 m, duge 15 do 20 m i visoke 5 do 6 m, s krovom 1/3 kosine. U sušnici se treba osigurati strujanje zraka cijelom dužinom. Puni se od vrha prema bazi, ovisno o broju etaža. Tijekom prvih nekoliko dana sušenja vlažnost unutar sušnice može dosegnuti 100%. Da bi se proces sušenja mogao pravilno nadzirati, 35 do 50% stranica sušnice postavljaju se kao vertikalni ventilatori. Ako vanjska temperatura padne ispod 10 °C sušnicu bi trebalo umjetno zagrijavati. Truljenje duhana može se izbjeći ako je temperatura u sušnici 1 do 2 °C viša od vanjske.

Nakon završetka sušenja duhan se skida i pakira u bale za obradu. Ako je duhan sušen na stabljikama, treba ga skinuti i listove sortirati.

Sušenje air-cured duhana traje dugo i procesi oksidacije su intenzivniji, pa listovi primaju smeđu i čokoladnu boju (sl. 146.). Listovi tog tipa duhana najprije dobiju žutu boju, 10-12 dana nakon početka sušenja, a 6-8 dana nakon toga smeđu boju. Počinje hidrolitičko razlaganje velikih molekula i zbivaju se oksidacijske reakcije koje produkte hidrolize (aminokiseline i ugljikohidrate) prevode u organske kiseline, CO<sub>2</sub>, amonijak, vodu i druge jednostavne spojeve.



Slika 146. Osušeni listovi duhana tipa burley

Gubitak suhe tvari najveći je u air-cured duhana, uglavnom zbog gubitka ugljikohidrata koji oksidiraju u CO<sub>2</sub> i vodu. Utvrđeno je da se 15 do 20% suhe tvari gubi tijekom sušenja. U vrijeme sušenja nema gubitka mineralnih tvari, a viši sadržaj pepela u air-cured duhana objašnjava se time da se u njima smanjila ukupna suha tvar. Način sušenja utječe i na kemijski sastav duhana. Duhan tipa burley u prosjeku ima 2,91% nikotina (donji listovi 2,14%, srednji 3,00% i gornji 3,65%), 11,06% bjelančevina, 3,96% ukupnog dušika, 8,01% kalcija, 5,22% kalija, 1,29% magnezija i 24,53% ukupnog pepela. Reducirajućih šećera u listovima ima samo u tragovima (Akehurst, 1981.).

Kao i flue-cured duhan, burley se klasira u 5-6 klasa. (tabl. 16-20). Samo krupni listovi burleya mogu dospijeti u više klase.

Tablica 16. Pokazatelji I. klase duhana tipa burley

<b>Pokazatelj kvalitete</b>	<b>Svojstva lista</b>
branje	pravi i donji srednji list
veličina lista	veći od 40 cm
tkivo	tanko, lagano, nježno
sadržajnost	sadržajan
boja	svjetlokestenjasta do kestenjasta, sa svim nijansama
greške i oštećenja	cijeli, zdravi i zreli listovi

Tablica 17. Pokazatelji II. klase duhana tipa burley

<b>Pokazatelj kvalitete</b>	<b>Svojstva lista</b>
branje	pravi, donji i gornji srednji list
veličina lista	pravi i donji srednji list veći od 30 cm
tkivo	pravoga i donjega srednjeg lista - tanko i lagano; gornjega srednjeg lista nježno i tanko
sadržajnost	pravi i donji srednji list - manje sadržajan; gornji srednji list - nesadržajan
boja	svjetlosmeđa do smeđa, u svim nijansama za sve berbe koje pripadaju toj klasi
greške i oštećenja	mehanička oštećenja do 5%

Tablica 18. Pokazatelji III. klase duhana tipa burley

<b>Pokazatelj kvalitete</b>	<b>Svojstva lista</b>
branje	sve berbe osim podbira, vrška i podovrška
veličina lista	bez ograničenja
tkivo	natpodbir - tanko, posno i elastično; pravi i donji srednji list - manje nježno; gornji srednji list - još nježno
sadržajnost	još sadržajan
boja	natpodbir – svijetla, u svim nijansama; pravi, donji i gornji srednji list - kestenjasta, u svim nijansama
greške i oštećenja	natpodbir - bez oštećenja; srednji list - mehanička oštećenja do 15%

Tablica 19. Pokazatelji IV. klase duhana tipa burley

<b>Pokazatelj kvalitete</b>	<b>Svojstva lista</b>
branje	sve berbe osim podbira i vrška
veličina lista	bez ograničenja
tkivo	natpodbir - tanko i posno; sve ostale berbe iz te klase - manje posno, lagano
sadržajnost	još sadržajan
boja	natpodbir, pravi i donji srednji list - sve boje osim smeđe, blaga zelenkavost; gornji srednji list - sve nijanse kestenjaste, osim tamnosmeđe; podovršak - tamnosmeđa do svjetlosmeđa
greške i oštećenja	natpodbir - mehanička oštećenost, prezrelost i podgorjelost od 5 do 15% površine lista: pravi i donji srednji list – 15 do 35%; gornji srednji list – 5 do 25%; podovršak - bez oštećenja

Tablica 20. Pokazatelji V. klase duhana tipa burley

<b>Pokazatelj kvalitete</b>	<b>Svojstva lista</b>
branje	sve berbe
veličina lista	bez ograničenja
tkivo	sve osobine tkiva
sadržajnost	različiti oblici sadržajnosti
boja	sve nijanse svih boja
greške i oštećenja	mehanička oštećenja od 25 do 65% površine lista

## 12.2. Maryland

Duhan tipa maryland ne uzgaja se u Hrvatskoj. Uz burley, najvažniji je air-cured duhan. Kao i burley, upotrebljava se u mješavinama cigareta američkog blend tipa i u tzv. maryland cigaretama u Švicarskoj. Naziv je dobio po američkoj državi Maryland iz koje potječe. Potječe od tamnog marylanda.

Ima iznimno rastresito (spužvasto) tkivo, dobru izgorljivost, relativno nizak sadržaj nikotina (1,27%) i neutralnu aromu. Topljivi su šećeri niski do zanemarivi (0,21%), a sadržaj bjelančevina (10,06%), ukupnog dušika (2,80%), kalcija (4,79%), kalija (4,40%), magnezija (1,03%) i pepela niži (21,98%) nego u burleya (Akehurst,

1981.). Koliko je tkivo marylanda lagano, vidi se po težini. Primjerice, bačve flue-cured duhana teže oko 360 kg, a marylanda jednakog obujma 270 kg.

Ukupna svjetska proizvodnja marylanda relativno je mala. Proizvodi se najviše u SAD-u, Italiji i Poljskoj.

### **12.2.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje marylanda**

Maryland se može uzgajati i pri nešto nižim temperaturama od burleya. Kao i burley, zahtijeva za rast i razvoj više oborina.

Tla na kojima se uzgaja maryland pjeskovita su do pjeskovito ilovasta, dobroga vodozračnog režima. Na takvim tlama dobiva se list poželjne kvalitete.

### **12.2.2. Tehnologija proizvodnje marylanda**

Kako se maryland uzgaja na malom području, često se uzgaja u uskom plodoredu. Ako je pretkultura mahunarka, taj će tip duhana dati veće prinose lista, ali nešto slabije kvalitete. No ako pretkultura nije mahunarka, listovi će biti veće kvalitete, ali manje prinosni.

Nema razlika između pripreme tla za flue-cured duhan i duhan tipa maryland.

Gnojidba marylanda slična je gnojidbi flue-cured duhana. Dodaje se do 60 kg dušika i fosfora/ha, te oko 260 kg kalija/ha. Stajski se gnoj u gnojidbi marylanda ne rabi.

U SAD-u postoje sorte širega i užeg lista, koje imaju zadovoljavajuću otpornost na ekonomski važnije bolesti.

Maryland se sadi kasnije od flue-cured duhana i burleya. Optimalno je vrijeme sadnje između 25. svibnja i 20. lipnja. Razmak između redova je 90-110 cm, a razmak unutar reda 70-90 cm. Sukladno tome, sklop se kreće između 15 000 i 20 000 biljaka /ha.

Korovi, bolesti i štetnici suzbijaju se u duhanu tipa maryland na isti način kao i u prethodna dva. Maryland je preporučljivo natapati jer daje bolju sirovinu za preradu (tanji listovi s nižim sadržajem nikotina i bolje izgorljivosti). Za maryland se, kao i za burley,

traži nešto nježnija i manje nikotinozna sirovina, pa se taj tip duhana zalama više i kasnije od flue-cured duhana. Katkad se zalama tek prije početka berbe ili se uopće ne zalama.

Maryland sazrijeva uz pojavljivanje žute boje i žutih pjega na listu. Bere se kasnije od flue-cured duhana i burleya, kada su listovi potpuno zreli. Maryland se može brati na isti način kao i burley.

Vegetacijsko razdoblje tog tipa duhana u polju traje između 70 i 95 dana.

Taj se tip duhana suši na isti način kao i burley.

### **12.3. Tamni duhani sušeni na zraku**

U air-cured duhane ubrajaju se i tamni duhani. Taj tip duhana pretežito se upotrebljava za različite vrste tamnih cigareta, ali i u mješavinama za lule odnosno kao duhan za šmrkanje i žvakanje.

Suhi list tamnih duhana smeđe je boje, sadržajan je i ima malo šećera. Sadržaj nikotina je visok. Dim je alkalne reakcije.

Proizvodnja tamnih duhana rasprostranjena je u cijelom svijetu. Najveći su proizvođači Indija, Kina, Brazil, SAD i Meksiko, a u Europi su Francuska, Italija i Španjolska.

U Hrvatskoj se tamni duhani ne uzgajaju.

U svijetu postoje različiti tipovi tamnih duhana kao što su bidi, hookah, cherrot, natu i dr. Sve su to lokalni duhani.

#### **12.3.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje tamnih duhana**

Tamni duhani zahtijevaju nešto više temperature i obilnije oborine tijekom rasta i razvoja nego flue-cured duhani. Neki od njih uzgajaju se i u suptropskoj klimi.

Ti se tipovi duhana u SAD-u uzgajaju na nešto težim tlima, od ilovastih do glinastih, na kojima je provedena drenaža. U suptropskim krajevima, ovisno o tipu duhana, uzgajaju se na ilovastim do pjeskovitijim tlima.



### 12.3.2. Tehnologija proizvodnje tamnih duhana

Tamni se duhani u SAD-u sade u plodoredu nakon žitarica, dvogodišnjeg uzgoja trava i djetelina. U suptropskim krajevima uzgajaju se u monokulturi i u plodoredu s kukuruzom, ranim krumpirom, rižom i krmnim kulturama.

U SAD-u je priprema tla za tamne duhane jednaka kao za burley i maryland, dok je u suptropskim krajevima prilagođena tipu duhana i klimatskim uvjetima.

U SAD-u se tamni duhani gnoje na jednak način kao i burley. U suptropskim krajevima tamnim se duhanima dodaju velike količine organskih i mineralnih gnojiva (do 175 kg/ha dušika). Fosforu i kaliju ne pridaje se veće značenje.

U SAD-u se najviše uzgaja One-Sucker sorta i sorte iz Kentuckyja, koje imaju zadovoljavajuću otpornost na učestalije bolesti. I Europa ima svojih sorata. U suptropskim krajevima uzgaja se niz lokalnih sorata različitih tipova tamnih duhana.

Tamni se duhani u SAD-u sade u isto vrijeme kao i burley. U suptropskim krajevima, ovisno o tipu duhana i području, sadnja se obično obavlja nakon monsunskih kiša (od rujna do studenog) ili na proljeće (od veljače do travnja). Tamni air-cured duhani zahtijevaju najširi razmak sadnje. U SAD-u je razmak između redova od 105 do 120 cm, a razmak u redu od 75 do 120 cm (sklop je 7 000 do 12 000 biljaka/ha). Kod njih se traži maksimalan razvoj, a dužina lista često je najvažniji kriterij pri procjeni vrijednosti. U suptropskim krajevima razmaci između redova 30 do 90 cm, a među biljkama unutar reda 15 do 90 cm, ovisno o tipu duhana.

Korovi, bolesti i štetnici u tamnih duhana u SAD-u suzbijaju se na jednak način kao i u ostalih tipova. Tamni se duhani natapaju jer tada daju bolju sirovinu. U SAD-u se zalamaju rano i nisko, a u suptropskim krajevima ovisno o tipu duhana. Obvezno se skidanju zaperci.

U SAD-u tamni duhani sazrijevaju nešto dulje od burleya i marylanda (od 6 do 8 tjedana). Listovi postaju teški, šareni i ljepljivi. Stabljike se režu i listovi suše. U suptropskim se krajevima, ovisno o tipu duhana, listovi beru, suše na stabljici ili se u

sušnim sezonama odvajaju samo plojke od lista. Listovi se suše u sušnicama ili na polju. Dužina vegetacijskog razdoblja od sadnje do berbe traje 100-130 dana.

Tamni se duhani u SAD-u klasiraju na jednak način kao i burley i maryland. Klasiranje ostalih tamnih duhana ovisi o tipu duhana.

## **12.4. Cigarni duhani**

Posebna skupina tamnih duhana jesu cigarni duhani, koji se proizvode u odgovarajućim uzgojnim uvjetima, a služe za proizvodnju cigara. Kao što je već rečeno, cigarni se duhani dijele na duhane za uložak ili punjač (*filler*), povoj (*binder*) i omot (*wrapper*). Uložak je središnji dio cigare, pa taj list mora imati dobar okus, finu aromu, dobru izgorljivost i dobru sadržajnost. List za povoj omotava uložak, pa je taj list tanji, većih dimenzija, dobre strukture i dobre izgorljivosti. I on pridonosi aromi i okusu. List za omot treba biti vrlo nježan, fine nervature. Posebno se cijeni njegov izgled i boja lista. Ista sorta može dati sirovinu za sve tri namjene, ali se obično uzgojni uvjeti prilagođuju posebnoj namjeni. Danas se cigare proizvode i od rekonstituiranih duhana.

### **12.4.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje cigarnih duhana**

Cigarni se duhani uzgajaju isključivo unutar 15° sjeverne i južne geografske širine. Najbolje uspijevaju u maritimnoj klimi, gdje prevladavaju topli i vlažni uvjeti, uz čestu naoblaku (list za omot i za povoj). Listovi za omot čak se uzgajaju u sjeni da bi list dobio odgovarajuća svojstva. Najbolji uvjeti za uzgoj lista za uložak jesu visoke temperature s manjom količinom oborina. U takvim uvjetima list postaje aromatičniji.

List za omot uzgaja se na lakšim tlima, za uložak na teškima, a za povoj na srednje teškim tlima. Sva ta tla trebala bi biti duboka, dobro drenirana i bogata organskom tvari. Na Sumatri, koja je poznato područje cigarnih duhana, duhan se vrlo često sadi na djevičanskim tlima, koja se dobiju spaljivanjem šuma i krčenjem.

### **12.4.2. Tehnologija proizvodnje cigarnih duhana**

U subtropskim uvjetima cigarni se duhani najviše uzgajaju u monokulturi. To sve češće dovodi do bakterijskog venuća. U SAD-u se duhan sadi u monokulturi, uz obvezni

pokrovni usjev tijekom zime ili u dvogodišnjem plodoredu s rižom, kukuruzom i krmnim kulturama, odnosno u trogodišnjem ili četverogodišnjem plodoredu sa strnim žitaricama, kukuruzom, krmnim kulturama i povrćem.

Osnovna i predstjetvena priprema tla ovisi o klimatskim uvjetima u kojima se uzgaja cigarni duhan. Ona se u SAD-u ne razlikuje od pripreme tla za krupnolisne duhane. U suptropskim uvjetima priprema tla obavlja se u vrijeme sušne sezone. Tlo se priprema višestrukim oranjem i kultivacijom.

List za omot gnoji se velikim količinama dušika. Dušik povećava prinos, veličinu lista, pogotovo širinu, smanjuje težinu i debljinu lista, produžuje vegetaciju i povećava sjaj i boju lista. Gnojidba dušikom ovisi o tipu tla. Tako se na Sumatri duhan uzgaja na tlima bogatim organskom tvari, pa mu se dodaje oko 14,5 kg dušika/ha, a u SAD-u se duhan uzgaja na pjeskovitijim tlima, kojima se dodaje oko 225 kg dušika/ha. U gnojidbi se rabi i organsko gnojivo (pamukove i ricinusove pogače). Kalij je bitan za bolju izgorljivost i kondicioniranje suhoga lista. Tla na Sumatri bogata su kalijem, pa se duhanu dodaje do 30 kg kalija/ha, dok se u SAD-u dodaje od 225 do 335 kg/ha. Kao gnojivo se treba izbjegavati kalijev klorid. Fosfor se dodaje od 45 kg/ha na Sumatri do 135 kg/ha u SAD-u. Magnezij povećava izgorljivost lista i dodaje se duhanu u količini do 85 kg/ha, a bora do 5 kg/ha. Gnojiva se unose u tlo prije obrade ili predstjetvene pripreme tla, a dušik se dodaje i u prihrani odmah nakon presađivanja u polje. Duhani od kojeg se proizvode listovi za uložak i povoj gnoji se drukčije nego onaj za omot. Dodaje mu se manje organskih gnojiva ili se uopće ne dodaju. Uz organska gnojiva u mineralnom se obliku dodaje do 70 kg dušika/ha, fosfora i kalija do 135 kg/ha ili bez organskih gnojiva dušika do 120 kg/ha, a fosfora i kalija do 225 kg/ha.

U SAD-u se najviše uzgajaju sorte iz Connecticuta, Georgije, Floridae i Pennsylvanije koje imaju zadovoljavajuću otpornost na ekonomski važnije bolesti. U suptropskim krajevima (na Kubi, u Indoneziji) postoji niz lokalnih sorata.

Cigarni se duhani u SAD-u sade u isto vrijeme kada i flue-cured duhani. U suptropskim krajevima postoji tradicija uzgoja tog tipa duhana i ona se ne mijenja ni uvođenjem novih tehnologija u uzgoju. Širi razmak sadnje rezultira stvaranjem većih,

težih i debljih listova. Cigarni se duhani sade na različitom razmaku, ovisno o upotrebi lista i klimatskim uvjetima. Duhan za dobivanje listova za omot sadi se s razmakom između redova od 75 cm na Kubi do 120 cm na Floridi, duhani s listovima za povoj od 105 do 110 cm, a onaj s listovima za uložak od 90 do 100 cm. Razmak unutar reda duhana s listovima za omot iznosi 20 cm na Kubi do 35 cm u Connecticutu, duhana s listovima za povoj od 50 cm do 70 cm, a duhana s listovima za uložak od 25 cm na Kubi do 70 cm u Pennsylvaniji. Prema tome, sklop je različit i kreće se od 13 000 do 65 000 biljaka/ha.

Korovi, bolesti i štetnici u cigarnim se duhanima u SAD-u suzbijaju na isti način kao i u ostalim tipovima duhana. Nakon presađivanja u polje nekoliko se puta provodi kultivacija.

Cigarni se duhani uzgajaju uglavnom u humidnim područjima, a ako se uzgajaju u suhima tlo obavezno treba natapati (duhan od kojeg se proizvodi list za omot i povoj). Duhan od kojeg se koristi list za uložak natapanjem gubi aromu. Natapanjem u suhim uvjetima proizvodi se deblji list, svjetlijih boja, koji bolje fermentira i izgara.

Duhan od kojeg se dobiva list za omot zalama se kasno i visoko ili se uopće ne zalama, a onaj za povoj i uložak zalama se ranije (kada procvate prvi cvijet) i niže (odstranjuju se gornja tri do četiri lista). Skidaju se i zaperci, a za listove koji će se sušiti na stabljici i nekoliko puta.

Cigarni se duhani beru ručno ili sječenjem cijele stabljike u vrijeme zalamanja duhana, a suše se s listovima na stabljici. List za omot obično se bere samo ručno da bi se spriječilo oštećivanje listova. Vrijeme branja listova ovisi o klimatskim uvjetima.

Primjerice, na Sumatri se prvi list za omot bere 45-50 dana nakon sadnje, u vrijeme pojavljivanja prvih pupova, a posljednji 90 dana nakon sadnje. Zrelost listova za berbu određuje se pojavljivanjem svjetložućkaste boje na vrhu i rubovima lista. List za uložak bere se kada se prošara žućkastom bojom. Listovi se suše u sušnicama različite izvedbe, odvojeno ili na stabljici. U humidnijim uvjetima listovi se suše i dodatnim umjetnim zagrijavanjem sušnice.

Nakon sušenja listovi se skidaju i sortiraju, ovisno o upotrebi. Cigarni se duhani fermentiraju. Postupak je opisan u tekstu o flue-cured duhanu. Cigarni se duhani klasiraju prema teksturi, debljini, boji, duljini lista i oštećenjima na listu.

## **12.5. Perique duhani**

Perique duhani uzgajaju se samo u SAD-u, u blizini New Orleansa. Proizvedene su količine malene, ali je duhan poznat po posebnom mirisu, okusu i aromi. Taj tip duhana naziva se i "duhanskim šampanjcem". Listovi imaju karakterističnu crnu boju.

Proizvodi se pod licencijom. Svi poslovi vezani za uzgoj i preradu tog tipa duhana moraju biti pod nadzorom i za njih se mora imati dozvola. Od njega se može proizvesti duhan za žvakanje, a nekada je bio i sastavni dio američkih blend cigareta. Danas se koristi za mješavine za lule. Najveće se količine takve mješavine izvoze u Europu.

### **12.5.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje perique duhana**

Perique duhani uzgajaju se na dubokim, dreniranim tlima bogatim kalcijem. Tla su pjeskovito ilovasta ili aluvijalna, u blizini rijeke Mississippi ili blizu močvara. Klima je humidna.

### **12.5.2. Tehnologija proizvodnje perique duhana**

Perique duhani proizvode se na gotovo jednak način kao i ostali air-cured duhani. Navest ćemo samo razlike.

Duhan se sadi početkom ožujka. Zalama se na visini 1 m. Na biljci sazrijeva 8 do 10 listova dugih oko 45 cm. Nakon zalamanja nekoliko se puta tijekom vegetacije odstranjuju zaperci. Tri mjeseca nakon sadnje (lipanj) listovi su zreli za berbu. Stabljika se reže i listovi se suše na njoj. Sušenje listova traje oko 14 dana. Listovi poprimaju čokoladnu boju. Skidaju se sa stabljike i plojke se odvajaju, te se stavljaju u hrastove bačve i prešaju. Nakon dva tjedna bačve se otvaraju i listovi se ponovno prešaju. Nakon toga listovi se fermentiraju prešanjem. Na površinu lista izlazi crni sok, koji se nakon otvaranja bačve ponovno resorbira u list. Nakon toga listovi se odvajaju i suše u bulk sušnicama i ponovno prešaju. Tijekom aeracije važno je ne izgubiti lisne sokove. Proces prešanja i aeracije ponavlja se više puta tijekom deset mjeseci. Na kraju prerade listovi

perique duhana moraju još proći i proces odležavanja, koji je identičan procesu za ostale tipove duhana.

## 13. Duhani sušeni na suncu

### 13.1. Orijentalni duhane

Domovina orijentalnih duhana je istočno Sredozemlje. Ti se duhani nazivaju još i turskim duhanima. Orijentalni duhani imaju sitne listove, duge od 7,5 do 25,0 cm i pripadaju skupini sitnolisnih duhana. Stabljika dosegne visinu između 60 i 150 cm. Na svojstva tog tipa duhana utječe klima, tlo, tehnologija uzgoja i sušenja te sorta. Orijentalni duhani se uzgajaju u gustom sklopu na siromašnim tlima, najčešće na obroncima, a suše se na suncu na otvorenom ili pod polietilenskim pokrivačem. Boja suhog lista varira od tamnožute do smeđe, a sitniji su listovi tamnije narančaste do mahagonij boje. Mirisavi su i pri pušenju aromatični, pa se nazivaju i aromatičnim duhanima. Gornji listovi imaju visok sadržaj aromatičnih tvari (smole, rezeni, eterična ulja) i kvalitetniji su. Sadržaj nikotina je nizak (oko 1,05%), a reducirajućih šećera umjeren (oko 12,39%). Najviše ih je u gornjim listovima. Bjelančevina ima oko 7,43%, a ukupnog dušika oko 2,65%. Pepela ima u prosjeku oko 14,78%, kalcija 4,22%, kalija 2,33%, a magnezija 0,69% (Akehurst, 1981.). Nervatura lista je nježna. Najkvalitetniji orijentalni duhani nemaju udio rebara veći od 5% ukupne težine lista, pa se ti duhani u procesu obrade ne iziljavaju. Površina lista je i nakon sušenja smolasta. Pri pušenju su blagi, aromatični, dobre izgorljivosti i blago kisele reakcije dima. Fiziološka im je jačina srednje jaka do blaga. Orijentalni je duhan obvezan sastojak cigareta blend tipa, u kojima mješavini daje prirodnu aromu. Osim toga, taj je duhan glavni, a katkad i jedini sastojak orijentalnog tipa cigarete.

Orijentalni se duhani dijele u dvije skupine: 1. aromatični (basma tip) - sitnolisni i mirisavi i 2. dopunski (bashi-bagli ili kabakulak tip), s nešto krupnijim listom, manje aromatični i s malo oporijim dimom pri pušenju.

#### 13.1.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje orijentalnih duhana

Orijentalni se duhani uzgajaju u klimatskim uvjetima s kišnim zimama i proljećima, a vrućim i suhim ljetima i jesenima. Ne pogoduju im kišna ljeta, jer im se time smanjuje kvaliteta. No ako kišna sezona završi previše rano u proljeće, prinos će biti smanjen, kao i kvaliteta. Temperatura zraka tijekom rasta i razvoja duhana treba biti do

35 °C i što je veća suša, dobiju se smolastiji i aromatičniji listovi. Kiša u vrijeme berbe može oprati smolaste tvari s lista te time smanjiti njegovu kvalitetu.

Orijentalni se duhani uzgajaju na tlima slabije plodnosti, s minimalnim sadržajem dušika. Na Mediteranu su najpoznatija duhanska tla crvenice (*terra rossa*). To su tla dobre strukture i vododržnosti, umjerene do slabe plodnosti, s pH između 6,0 i 7,5. Najbolja tla za orijentalne duhane nalaze se na obroncima ili na brežuljcima, a nazivaju se *ova* ili *jakalijska* tla.

### **13.1.2. Tehnologija proizvodnje orijentalnih duhana**

U Makedoniji se, primjerice, aromatični orijentalni tip duhana, koji je niskoprinosan i na polju ostaje relativno kratko, uzgaja u monokulturi po petnaestak i više godina, a da tlo ne pokazuje znakove iscrpljenosti. Ta se tla uglavnom gnoje i organskim gnojivima, što uz poboljšanje kvalitete duhana pridonosi i održavanju optimalnog stanja tla.

Orijentalni se duhani uzgajaju u plodoredu sa strnim žitaricama, mahunarkama i travama za ispašu stoke.

Priprema tla u mediteranskim zemljama podrazumijeva višestruko oranje (ljetu, zimu i proljeće) te predstjetvenu pripremu tla.

U gnojidbi orijentalnog duhana dušik je bitan čimbenik jer je u tih duhana izražena negativna korelacija između prinosa i kvalitete. Duhan mora dobiti dušik u ranoj fazi razvoja, a često se gnoji i stajskim gnojem (ovčjim ili kozjim). Stajski se gnoj dodaje u jesen ili u ranu zimu, a količine ovise o plodnosti tla i gnojidbi mineralnim gnojivom. To gnojivo povoljno djeluje na plodnost tla, a poboljšava kvalitetu i aromu orijentalnih duhana. Mineralna se gnojiva dodaju duhanu u manjim količinama (do 10 kg dušika/ha i do 20 kg fosfora i kalija/ha).

Općenito, orijentalni duhani imaju najgušći sklop (100 000 do 200 000 biljaka/ha). Razmak između redova iznosi 40-45 cm, a između biljaka u redu 10-15 cm (sl. 147.).





Slika 147. Orijentalni duhan u polju

Takav sklop daje finu, aromatičnu i niskonikotinoznu sirovinu s najkvalitetnijim gornjim listovima. Presađivanje duhana u polje ovisi o klimatskim uvjetima. Orijentalni se duhan presađuje u polje od travnja do lipnja.

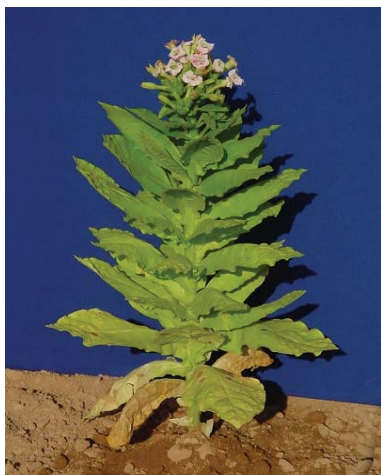
Nakon presađivanja orijentalnih duhana u polje kultivacija se provodi nekoliko puta u sezoni, kao i zaštita od najzastupljenijih bolesti i štetnika. Orijentalni duhani u aridnim uvjetima daju visoku kvalitetu i aromatičnost lista. Često se dogodi da u područjima proizvodnje tog tipa duhana tijekom gotovo cijele vegetacije ne padne kiša, a ipak se dobije list dobre kvalitete, uz nešto niži prinos.

Međutim, u Makedoniji se orijentalni duhan tipa Prilep (sl. 148.), koji se uzgaja na ravnim površinama, natapa nekoliko puta tijekom vegetacije ako je godina izrazito sušna, bez znatnijeg smanjenja kvalitete. Natapanje u vrijeme bujnog rasta duhana može poboljšati kvalitetu i povećati prinos i do 20%.

Orijentalni se duhan ne zalama (sl. 149.).

Orijentalni se duhani beru kad se blijedozelena boja na većem dijelu lisne površine pretvori u svjetložutu, a oberu se u pet do šest berbi (svakom berbom obere se tri do pet listova). Prva berba počinje u vrijeme otvaranja prvih pupova, a posljednja kada sazriju tobolci na biljci.

Vegetacija orijentalnih duhana u polju traje šest do osam tjedana.



Slika 148. Orientalni duhan tipa Prilep uzgojen u stakleniku



Slika 149. Orientalni duhan tipa Prilep uzgojen na polju

Orientalni se duhani suše na suncu. Sušenje ovisi o vanjskoj temperaturi i Sunčevoj svjetlosti, pa se provodi u područjima s povoljnim uvjetima za takvo sušenje (Mediteran). Duhan se suši na špagi različite dužine, nanizan ručno ili strojno. Prva dva do tri dana sadržajni duhani trebali bi ostati u hladu dok ne postanu žuti. U tom razdoblju razgrađuju se organske tvari i nastaje promjena boje. Tek tada se duhan iznosi na izravnu Sunčevu svjetlost jer bi moglo doći do fiksiranja zelene boje i poremećaja u metabolizmu. Manje sadržajan duhan može se odmah iznijeti na izravnu Sunčevu svjetlost. On se osuši za osam dana, dok sušenje sadržajnog duhana može trajati i do 25 dana.

Duhan se može sušiti na otvorenom prostoru (sl. 150.) ili u posebnim sušnicama pod polietilenskom folijom da bi se smanjio rizik od nepovoljnih vremenskih prilika. Sušnice mogu biti jednoetažne i višetažne i kroz njih mora cirkulirati zrak. Pod polietilenskom folijom temperatura može narasti i do 60 °C. Pri sunčanom vremenu duhanski listovi u početku ispuštaju danju 20 do 25% vlage, a noću 1 do 2%. Kasnije brzina isparavanja pada na 8-10% danju. Nakon sušenja nekoliko se niza poveže i objesi u suhoj i prozračnoj prostoriji, bez izravne Sunčeve svjetlosti (sl. 151.). Na jesen se duhan skida s niza i priprema za otkup. Na slikama 152. i 153. vide se osušeni duhanski listovi srednje berbe i vrha.



Slika 150. Sušenje orijentalnog duhana na Suncu



Slika 151. Osušeni listovi orijentalnog duhana



Slika 152. Osušeni srednji list orijentalnih duhana



Slika 153. Osušeni vršni listovi orijentalnih duhana

Postoji nekoliko vrsta manipulacije orijentalnog duhana. U *basma manipulaciji* listovi duhana odvajaju se po veličini, boji, sadržajnosti i mirisavosti te se slažu u posebne skupine od desetak listova, tzv. pastale, a oni se slažu u četvrtastu ili okruglu balu s vrhovima lista okrenutim unutra. *Dizi manipulacija* obavlja se u nizama odvojenim prema berbama i kvaliteti. Nize se slažu u bale i čuvaju do industrijske dorade jer i fermentiraju u tom obliku. Tako se manipulira obično duhan slabije kvalitete ili dopunski

orijentalni duhan. *Jarma manipulacija* sustav je sortiranja duhana u bale u rasutom stanju, pri čemu se listovi iste upotrebne vrijednosti slažu po dva reda u bale težine od 20 do 60 kg, a vrhovi lista su okrenuti prema unutra.

*Industrijska manipulacija* obuhvaća sortiranje, čišćenje i pakiranje orijentalnog duhana nakon otkupa da bi se nakon fermentacije i maturacije ostvarili svi potencijali duhana kao sirovine za izradu duhanskih proizvoda. Danas se orijentalni duhani sređuju i pakiraju prema postupku *tonga manipulacije*. Ona se sastoji od pripreme duhana za sortiranje, sortiranja na tonga liniji i pakiranja u tonga bale. Cilj pripreme je da se naprave mješavine prema zahtjevima tržišta i da se duhan kondicionira. Kondicionirani se duhan dobro razlistava, ne lomi se i omogućuje se visoka produktivnost strojeva. Ako je vlaga lista normalna (15-16%), duhan se ne kondicionira. Cilj sortiranja je odvojiti list prema kvaliteti, klasi ili mješavini. U određenoj mješavini i klasi duhan treba biti približno jednake upotrebne vrijednosti. Orijentalni se duhan danas sortira u tzv. unik mješavine (unik I-III, unik I-IV) i u tzv. kapa kategoriju (najlošija kategorija), koje se izravno uključuju u proces izrade cigareta. Proces na tonga liniji počinje stavljanjem listova na transportnu traku. Orijentalni se duhani ne režu već cijeli listovi idu zajedno preko transportne trake na daljnji postupak. Tonga se linija sastoji od mehaničkog sustava koji omogućuje razlistavanje, prijenos i miješanje duhana, odstranjivanje primjese i sitnjavine te prijenos duhana do preše. U razlistaču se listovi odvajaju jedan od drugoga, a uklanjaju se prašina i primjese. Zatim se na transportnoj traci odvaja materijal koji vanjskim svojstvima ne odgovara svojstvima mješavine, kao i različite frakcije sitnjavine i druge strane primjese. Nakon toga duhan ide u poseban sanduk, tzv. harmanizer, u kojemu mehanički mješači miješaju duhan da bi se dobila što ujednačenija mješavina. U harmanizeru duhan može ostati dulje vrijeme, ovisno o količini i tijeku procesa. Iz harmanizera duhan se preko dozatora otprema na tonga prešu. Količina duhana koja se odjednom propušta u sanduk zove se plast. Plastovi bi trebali biti što tanji radi ujednačenosti kasnijeg raspoređivanja duhana u bale. Od velikog broja plastova stvara se bala. Duhan se u sanduku zbija do  $160 \text{ kg/m}^3$ . Kad se sanduk napuni, stranice se otvaraju i formirana se duhanska bala vadi na posebnu platformu, gdje se omotava platnom i veže konopcem. Na svaku se balu stavlja kartica s oznakama kvalitete i težine. Tonga bale mogu biti različitih dimenzija i težine, a najčešće su 60 do 75 cm x 50 do 60 cm x 25 do

40 cm i težine 25 do 40 kg. U tonga balama duhan je u rasutom stanju, što se na tržištu označava kao *loose leaf*. Tako dobivene bale spremne su za fermentaciju.

## 13.2. Poluorijentalni duhani

Poluorijentalni duhani po svojstvima sirovine najbliži su dopunskim orijentalnim duhanima. Nešto su krupnijeg lista (do 35 cm), izražene nervature i svjetlonarančaste do narančastocrvene boje suhog lista. Manje su aromatični u pušenju. Upotrebljavaju se za izradu orijentalnih ili blend cigareta. Danas se najviše rabe za rezani duhan i ručno umotane cigarete (*roll-your-own cigarettes*). Imaju ugodnu aromu, dobru izgorljivost i zaokružen okus pušenja. Taj tip duhana uzgajan na plodnijim tlima daje viši prinos i dopunski tip sirovine. Imaju umjeren sadržaj šećera (od 5,0 do 10,0%) i nikotina (od 1,5 do 2,5%), te nešto više bjelančevina (od 6,0 do 9,0%). U poluorijentalnih duhana sadržaj šećera raste od donjih listova prema srednjima, gdje ga ima najviše, a prema vrhu stabiljike ponovno se smanjuje. Taj tip duhana ima skladan odnos većine kemijskih i pušačkih svojstava, ugodnu aromu, pa se može pušiti sam.

U Dalmaciji se nekad uzgajao taj tip duhana.

### 13.2.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje poluorijentalnih duhana

Poluorijentalnim duhanima pogoduju vruća ljeta, s umjerenom količinom oborina. Manje oborina trebalo bi biti tijekom sazrijevanja listova. Klima u Dalmaciji odgovara uzgoju tog tipa duhana.

Crvenice su najbolja tla za taj tip duhana. Siromašne su humusom, imaju dobar vodno-zračni odnos i relativno su tople. Taj tip duhana često se uzgajao i na vrtnim tlima uz okućnice.

### 13.2.2. Tehnologija proizvodnje poluorijentalnih duhana

U područjima gdje su površine tla ograničene poluorijentalni se duhani mogu uzgajati u monokulturi, uz obvezan zimski međuusjev. Ako su tla jako iscrpljena i zaražena, duhan se treba uzgajati nakon lucerne (nekoliko godina), kukuruza i strnih žitarica. U plodoredu se duhan najviše izmjenjuje sa strnim žitaricama.

Priprema tla za poluorijentalne duhane slična je pripremi tla za orijentalne duhane.

Kao i orijentalni duhan, poluorijentalni se duhan gnoji stajskim gnojem i mineralnim gnojivima. Stajski se gnoj dodaje u jesen ili u ranu zimu, a količine ovise o stanju tla i gnojidbi mineralnim gnojivima. Povoljno djeluje na plodnost tla, a poboljšava i kvalitetu i aromu poluorijentalnih duhana.

U Hrvatskoj su se nekad uzgajali poluorijentalni duhani, pa na Državnoj sortnoj listi ima nekoliko starih sorata tog tipa duhana.

Poluorijentalni se duhani sade s razmakom redova od 50 do 80 cm i razmakom unutar reda od 40 do 50 cm, što daje sklop od 25 000 do 40 000 biljaka/ha. Presađivanje duhana u polje obavlja se od travnja do svibnja.

Nakon presađivanja u polje duhan se kultivira i prihranjuje dušikom. Ako je potrebno, suzbijaju se najopasnije bolesti i štetnici. Poluorijentalni duhani, slično kao i orijentalni, ne bi se trebali natapati, već bi vlagu u tlu trebalo čuvati kultivacijom tla. Naime, i taj tip duhana stvara svoja karakteristična svojstva, diskretnu aromu i punoću pušenja u nešto aridnijim uvjetima. Međutim, u kritičnim razdobljima, pri jakoj suši, može se natapati, tj. mogu se ublažiti posljedice suše. U vrijeme zriobe i berbe duhan ne smije imati previše vlage. Poluorijentalni se duhani zalamaju kad je riječ o visokoprinosnim sortama, a u niskoprinosnima se zalamaju kasnije ili se uopće ne zalamaju. Na slici 154. prikazano je sušenje poluorijentalnih duhana.



Slika 154. Sušenje poluorijentalnih duhana

Poluorijentalni se duhan otkupljuje u osam kvalitativnih skupina, od kojih su tri klase s potklasama A i B, a četvrta i peta klasa nemaju potklasa. Klasa A označava duhane svijetle boje, a klasa B crvenkaste boje. Osnovne boje poluorijentalnog duhana su narančasta i limunasta, a najtraženija je nijansa zlatnožuta. Međutim, u tog se tipa duhana pojavljuju i crvenkaste nijanse, koje nemaju pretjerano negativan utjecaj na kvalitetu i pušačka svojstva kao u flue-cured duhana.

Poluorijentalni duhani prolaze proces industrijske manipulacije kao i orijentalni duhani, samo što se moraju podvrgnuti i procesu kaboširanja. Duhanski se list reže rotacijskim noževima na kaboš liniji na dva ili više dijelova. Donji kraći dio, u kojemu glavninu težine čini glavno rebro, zove se kaboš, a ostali dio zove se list. Oba se dijela sortiraju i pakiraju odvojeno. Kaboš i, eventualno, srednji dio lista, u kojemu je rebro još istaknuto, moraju se u procesu izrade duhanskih proizvoda iziljavati.

### **13.3. Virginia sun-cured duhani**

Virginia sun-cured duhan virginijski je tip duhana koji se suši na suncu. Vrlo je sadržajan i aromatičan. Upotrebljava se za proizvodnju mješavina za lule i duhana za žvakanje.

## **14. Duhani sušeni iznad otvorene vatre**

Duhane koji se suše iznad otvorene vatre karakteriziraju debeli, sadržajni i smolasti listovi. Nakon sušenja su tamne boje. Imaju visok sadržaj dušika i nikotina i jaki su pri pušenju. Poprimaju aromu dima na kojemu se polako suše. Upotrebljavaju se za proizvodnju duhana za šmrkanje i za žvakanje, te u mješavinama za lule. Obrađuju se ponovnim sušenjem kao i flue-cured duhan. Na taj se način suši tamna virginia.

### **14.1. Agrokološki uvjeti proizvodnje fire-cured duhana**

Fire-cured duhani najbolje uspijevaju u područjima s umjereno visokim temperaturama i pravilnim rasporedom oborina tijekom vegetacije. U SAD-u se uzgajaju u istim klimatskim uvjetima kao i flue-cured duhani.

Fire-cured duhani najbolje uspijevaju na plodnim, dobro dreniranim, srednje teškim do teškim tlima. U SAD-u se uzgajaju na ilovasto-glinastim tlima Kentuckyja i Tennesseeja, a u Africi na sličnim tlima Malavija i Tanzanije.

### **14.2. Tehnologija proizvodnje fire-cured duhana**

Fire-cured duhani uzgajaju se u plodoredu sa strnim žitaricama, kukuruzom, travama i djetelinama. Trave i djeteline sprečavaju eroziju tla, koja je česta u područjima gdje se uzgajaju fire-cured duhani.

Budući da su tla na kojima se uzgajaju fire-cured duhani podložna eroziji, treba tlo adekvatno pripremiti u što manje prohoda. U hladnijim uzgojnim uvjetima (SAD) tlo se ore u jesen, a u toplijim uzgojnim uvjetima (Afrika) u vrijeme ili prije kraja kišne sezone, da se tlo previše ne zbije. Predsjetvena priprema tla treba se obaviti u što manje prohoda.

Fire-cured duhani gnoje se organskim i mineralnim gnojivima jer je cilj proizvodnje dobiti debeo, sadržajan i smolast list. Dodaje mu se 30 do 50 t organskih gnojiva/ha. Dušik se dodaje i u prihrani, i to do 135 kg/ha (ovisno o plodnosti tla), najkasnije tri tjedna nakon presađivanja u polje. Ukupno se dodaje do 225 kg dušika/ha. Fosfor se dodaje u količini od 65 do 170 kg/ha, a kalij od 135 do 340 kg/ha.



U Hrvatskoj se ne uzgajaju duhane tipa fire-cured. U SAD-u ima više priznatih sorata, koje se zajedničkim imenom zovu virginijski tipovi neutralnog okusa. Otporne su na najvažnije bolesti duhana.

Fire-cured duhan se presađuje u polje u drugoj i trećoj dekadi svibnja. Za fire-cured duhan važna je veličina lista jer je to jedan od kriterija organoleptičke procjene. Stoga razmak između redova iznosi od 105 do 120 cm, a unutar reda od 75 do 90 cm. Prema tome, sklop je između 10 000 i 12 000 biljaka/ha.

Nakon presađivanja u polje duhan se kultivira i natapa. Fire-cured duhane zalamaju se nisko (na visini 12-16 listova) i to vrlo rano, tj. prije otvaranja prvih pupova, u vrijeme kada se beru prvi listovi. Kako se fire-cured duhane rano zalamaju, biljke je potrebno prskati sredstvima za sprečavanje rasta zaperaka. Ako se zaperci pojave, moraju se odstraniti.

Fire-cured duhane beru se kada listovi počnu mijenjati boju iz zelene u žućkastu. U SAD-u se listovi suše na stabljici, a u Africi se beru dva do tri lista po berbi. Stabljika duhana reže se četiri do osam tjedana nakon zalamanja. Prije se obru donji listovi. Stabljike se ostave nekoliko sati na polju da listovi uvenu.

Listovi se suše na dimu koji se širi sušnicom s otvorenog ložišta. Kao gorivo se rabi drvo ili drvna piljevina. Osušeni duhan dobiva karakterističnu aromu dima na kojemu se suši. Duhan se mora sušiti postupno kako bi se stvorili uvjeti za dobivanje odgovarajuće boje u fazi žućenja. U toj fazi temperatura u sušnici ne bi smjela biti veća od 26 °C, a vlaga od 85%. Ako vanjski uvjeti nisu povoljni, 3-5 dana nakon unošenja duhana u sušnicu na tlu se zapali lagana vatra da se potpomogne žućenje. Kada se na listovima počnu pojavljivati smeđe pjege, žućenje je završeno i temperatura se tada može povećati do 32 °C, ali ne smije prijeći 40 °C. U tom razdoblju vlaga zraka se treba kretati između 85 i 90%. Kad su plojka i rebro ujednačene smeđe boje, sušenje se privodi kraju uz temperaturu od 28 do 30 °C. Sušnice su zidane od cigle ili sličnog materijala, dimenzija 6 x 15 x 6 m. U njima su ventilatori koji kontroliraju toplinu i vlagu u vrijeme sušenja. Ložište se nalazi u sredini prostorije. Ispod duhana je žičana mreža kako suhi list ne bi pao na vatru i izazvao požar.

## 15. Postupak identifikacije sorata duhana

Determinacija sorata i ocjena njihove vrijednosti temelji se na procjeni 47 parametara duhanske biljke, sukladno metodi UPOV-a (Međunarodna organizacija za zaštitu novih sorata biljaka), ISO (Međunarodna organizacija za standardizaciju) i CORESTA normama (Međunarodna organizacija za znanstvena istraživanja duhana).

Svako je svojstvo brojčano i opisno vrednovano prema ljestvici vrijednosti od 1 do 9, s tim da je radi pojednostavljenja za mnoga svojstva navedeno samo pet stupnjeva, a međustupnjevi se mogu upotrijebiti za prijelazne oblike ili veličine. Evidencija morfoloških svojstava provodi se na potpuno iscvtetaloj biljci, odnosno na srednjem listu u vrijeme tehničke zriobe. Uzima se prosjek od deset biljaka.

Otpornost na bolesti može se odrediti *in vitro*, umjetnom inokulacijom u fazi pet do sedam listova ili u poljskim uvjetima. Gospodarska i kemijska svojstva određuju se na listovima iste berbe, osušenima prema postupcima za odgovarajući tip duhana. Za degustaciju služi obrađeni duhan.

Na početku procjene treba navesti evidencijski broj, naziv vrste i sorte, zemlju podrijetla sorte, godinu proizvodnje, pošiljatelja, selekcijski postupak (roditelje za F<sub>1</sub> hibride, odnosno polazni materijal u selekciji, mutacije ili druge selekcijske postupke), kategoriju sorte (komercijalna sorta, lokalna sorta, hibrid, oplemenjivačka linija i dr.) i tip duhana (svijetla virginia, burley, orijentalni duhan, poluorijentalni duhan, maryland, tamni duhan sušen na zraku, cigarni duhan, ostali tipovi i *Nicotiana* vrste).

### 15.1. Morfološka svojstva

#### 1. Habitus

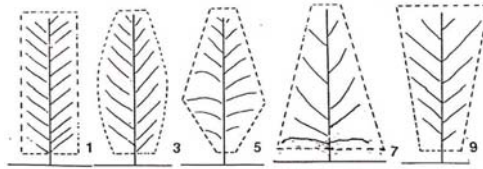
1 - valjkast (cilindričan)

3 - elipsoidan

5 - dvostruko konusan

7 - konusan

9 - obrnuto konusan



2. Visina biljke (mjeri se udaljenost od baze do vrha procvjetale biljke)

1 - vrlo niska	do 80 cm
2	od 81 do 100 cm
3 - niska	od 101 do 120 cm
4	od 121 do 140 cm
5 - srednje visoka	od 141 do 160 cm
6	od 161 do 180 cm
7 - visoka	od 181 do 200 cm
8	od 201 do 220 cm
9 - vrlo visoka	viša od 220 cm

3. Stabilnost (sklonost polijeganju)

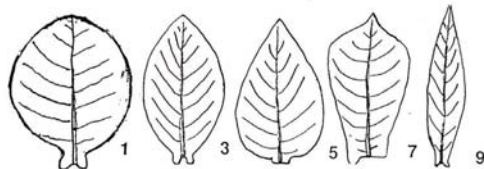
- 1 - jako poliježe
- 2 - umjereno poliježe
- 3 - ne poliježe

4. Broj listova (ukupan broj)

1 - vrlo malo	do 9
2	od 9 do 12
3 - malo	od 13 do 16
4	od 17 do 20
5 - umjereno	od 21 do 24
6	od 25 do 28
7 - mnogo	od 29 do 32
8	33 do 36
9 - vrlo mnogo	više od 36

5. Oblik lista	Koeficijent ovalnosti*
1 - okrugao (široka elipsa)	2,0
3 - eliptičan	2,0
5 - ovalan	više od 2,0
7 - obrnuto ovalan	do 2,0
9 - kopljast	do 2,0

\* Odnos ukupne dužine lista i dužine od baze do najveće širine.



#### 6. Duljina lista (mjeri se najveći list na biljci )

1 - vrlo kratak	do 10 cm
2	od 11 do 20 cm
3 - kratak	od 21 do 30 cm
4	od 31 do 40 cm
5 - srednje dug	od 41 do 50 cm
6	od 51 do 60 cm
7 - dug	od 61 do 70 cm
8	71 do 80 cm
9 - vrlo dug	dulji od 80 cm

#### 7. Odnos dužine i širine (mjeri se na najvećem listu)

1 - vrlo uzak	preko 2,55
2	od 2,40 do 2,55
3 - uzak	od 2,25 do 2,39
4	od 2,10 do 2,24
5 - srednje širok	od 1,95 do 2,09
6	od 1,80 do 1,94
7 - širok	od 1,65 do 1,79
8	od 1,50 do 1,64
9 - vrlo širok	manje od 1,50

## 8. Baza lista

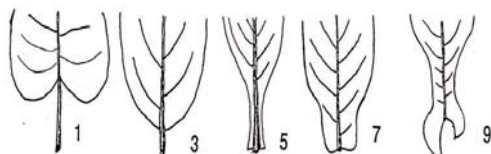
1 – srcolika, peteljka gola

3 – okrugla, peteljka gola

5 – baza lista eliptična, peteljka umjereno obrasla

7 – peteljka lista jako obrasla, list završava na stabljici

9 – baza lista sužena, s izraženim ušima koje djelomično obuhvaćaju list



## 9. Oblik vrha lista

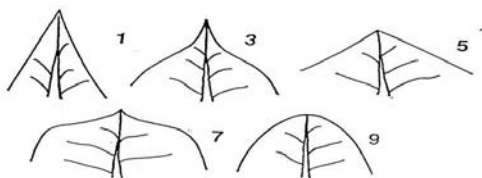
1 – vrh jako zašiljen i izduljen

3 – list lagano zaobljen, s dugim, istaknutim vrhom

5 – tupi vrh

7 – gornji dio lista zaobljen, s malim zašiljenim vrhom

9 – zaobljen vrh



## 10. Površina lista

1 – ravna, glatka

3 – neznatno naborana

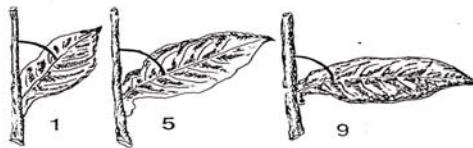
5 – smežurana

7 – klobučasta

9 – valovita

11. Položaj lista na stabljici (mjerjenje kuta između stabljike i srednje žile u bazi lista, na srednjem listu)

1 – uspravan	do 35°
3 – neznatno ukošen	od 35° do 45°
5 – kos	od 45° do 65°
7 – savijen	od 65° do 85°
9 – vodoravan do obješen	više od 85°



12. Oblik plojke lista

- 1 – ravna plojka, srednja žila i cijela plojka u ravnoj su liniji
- 3 – nepravilna plojka, vrh lista savijen na jednu ili drugu stranu
- 5 – konkavan list, rubovi lista uvijeni prema gore s obzirom na glavnu žilu
- 7 – konveksan list, rubovi lista savijeni prema dolje



13. Nervatura

- 1 – vrlo nježna
- 3 – nježna, slabo izražena
- 5 – srednje izražena
- 7 – gruba
- 9 – vrlo gruba

14. Boja lista u zriobi (međustupnjevima se obilježavaju prijelazi boje)

- 1 - žuta
- 2
- 3 - žućkastozielena
- 4
- 5 - svjetlozelena
- 6
- 7 - izrazito zelena
- 8
- 9 - modroz zelena, tamna

15. Boja srednje žile

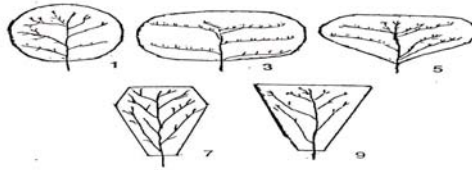
- 1 – bjeličasta
- 3 – žuta
- 5 – zelena

16. Razvijenost cvata

- 1 – vrlo rastresit, grmolik, cvjetovi se formiraju već na donjem dijelu biljke
- 3 – jako razgranat cvat, obuhvaća oko 50% visine biljke
- 5 – rastresit cvat, obuhvaća oko 25% visine biljke
- 7 – osrednje razvijen cvat
- 9 – nerazvijen, vrlo zbijen cvat

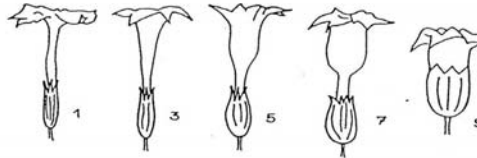
17. Oblik cvata

- 1 – okruglast
- 3 – valjkast
- 5 – poluloptast
- 7 – heksagonalan
- 9 – obrnuto stožast



18. Oblik cvijeta

- 1 – vrlo uzak, cjevast
- 3 – cvjetni tubus uzak, u obliku kupe
- 5 – blago zvonast
- 7 – izrazito zvonast
- 9 – čašast, u obliku pehara



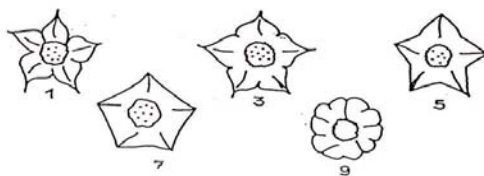
19. Dužina cvijeta

- |                  |                |
|------------------|----------------|
| 1 - vrlo kratak  | do 20 mm       |
| 2                | od 20 do 29 mm |
| 3 - kratak       | od 30 do 39 mm |
| 4                | od 40 do 49 mm |
| 5 – umjereno dug | od 50 do 59 mm |
| 6                | od 60 do 69 mm |
| 7 - dug          | od 70 do 79 mm |
| 8                | od 80 do 89 mm |
| 9 - vrlo dug     | dulji od 89 mm |

20. Oblik vjenčića

- 1 – vrlo urezan, zašiljenih latica
- 3 – zašiljene latice
- 5 – latice u obliku krila
- 7 – četvrtast vjenčić
- 9 – zaobljen vjenčić





## 21. Boja cvijeta

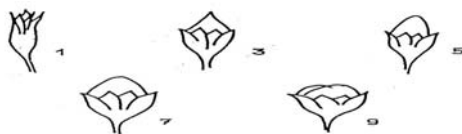
- 1 – bijela
- 2 – zelenkastožuta
- 3 – žuta
- 4 - ružičasta
- 5 – tamnoružičasta
- 6 – crvena
- 7 – tamnocrvena
- 8 – purpurno crvena
- 9 – ljubičasta

## 22. Razvoj zaperaka

- 1- bez zaperaka u vrijeme zriobe listova
- 3 - osrednji razvoj zaperaka samo u gornjem dijelu stabljike
- 5 - jak razvoj zaperaka samo u gornjem dijelu stabljike
- 7 - jači razvoj zaperaka na cijeloj stabljici
- 9 - vrlo jak razvoj zaperaka, biljka ima grmolik izgled

## 23. Oblik tobolca

- 1 - vrlo uzak, izrazito zašiljen
- 3 - uzak, zašiljen
- 5 - zašiljen do ovalan
- 7 - ovalan
- 9 – okrugao



#### 24. Zametanje sjemena

- 1 – plod sterilan, cvjetovi otpadaju
- 3 – tobolci sa samo ponekom sjemenkom
- 5 – manja količina sjemena
- 7 – normalan razvoj sjemena
- 9 – tobolac s mnogo sjemena

### 15.2. Fenološka svojstva

#### 1. Vrijeme cvatnje (od sadnje do početka cvatnje 50% biljaka)

1 - vrlo rana	do 50 dana
2	od 51 do 55 dana
3 - rana	od 56 do 60 dana
4	od 61 do 65 dana
5 - umjerena	od 66 do 70 dana
6	od 71 do 75 dana
7 - kasna	od 76 do 80 dana
8	od 81 do 85 dana
9 - vrlo kasna	dulja od 85 dana

#### 2. Dužina vegetacije (kraj zriobe svih upotrebljivih listova)

1 - vrlo kratka	do 100 dana
2	od 101 do 110 dana
3 - kratka	od 111 do 115 dana
4	od 116 do 120 dana
5 - umjerena	od 121 do 125 dana
6	od 126 do 130 dana
7 - duga	od 131 do 135 dana
8 -	od 136 do 140 dana
9 - vrlo duga	dulja od 140 dana

### 15.3. Gospodarska svojstva

#### 1. Potencijal prinosa (kg/ha)

- 1 – do 1 510
- 2 – od 1 510 do 1 750
- 3 – od 1 760 do 2 000
- 4 – od 2 010 do 2 250
- 5 – od 2 250 do 2 500
- 6 – od 2 510 do 2 750
- 7 – od 2 760 do 3 000
- 8 – od 3 010 do 3 250
- 9 – više od 3 250

#### 2. Boja duhana nakon sušenja

- 1 – zelena
- 2 – blijedozelena
- 3 – tamnosmeđa
- 4 – čokoladna
- 5 – smeđa
- 6 – crvena
- 7 – mahagonij
- 8 – narančasta
- 9 – limunastožuta

#### 3. Indeks kvalitete (Šmukov index)

- |                |             |
|----------------|-------------|
| 1 - vrlo nizak | niži od 55  |
| 2              | od 55 do 59 |
| 3 - nizak      | od 60 do 65 |
| 4              | od 66 do 70 |
| 5 - umjeren    | od 71 do 75 |
| 6              | od 76 do 79 |
| 7 - visok      | od 80 do 85 |
| 8              | od 86 do 90 |
| 9 - vrlo visok | viši od 90  |

## 15.4. Reagiranje na bolesti

### 1. Virus krumpira (PVY)

- 1 – vrlo jake nekroze na listu, patuljast rast i ugibanje biljaka
- 3 – jake nekroze na listu, listovi opušteni
- 5 – slabije nekroze na plojci i sekundarnim žilama
- 7 – žućenje lisnih žila (tolerantnost)
- 9 – bez simptoma bolesti

### 2. Mozaik duhana (TMV)

- 1 – vrlo jak mozaik, deformacije lista i patuljast izgled biljke
- 3 – jak mozaik na većini listova i djelomična deformacija listova
- 5 – slab mozaik samo na gornjim listovima
- 7 – lokalne pjege
- 9 – bez simptoma bolesti

### 3. Druge viroze

- 1 – vrlo jak napad, zaustavljen rast ili ugibanje biljaka
- 3 – jače nekroze i djelomične deformacije listova
- 5 – umjereni simptomi bolesti (nekroze) na većini listova
- 7 – slabiji mozaik ili nekroze na gornjim listovima
- 8 – lokalne pjege
- 9 – bez simptoma bolesti

### 4. Plamenjača (*Peronospora tabacina* Adam)

- 1 – pjege pokrivaju više od 50% površine lista, sistemična infekcija, biljke ugibaju
- 3 – pjege pokrivaju 26 do 50% površine lista
- 5 – pjege pokrivaju 6 do 25% površine lista
- 7 – pjege pokrivaju do 5% površine lista
- 8 – pojedinačne pjege na biljci bez sporulacije
- 9 – bez simptoma bolesti

5. Trulež korijena (*Challara elegans*) – testiranje na jako zaraženom tlu – više od 15 000 spora na 1 g tla

- 1 – više od 75% zaraženog korijena, patuljast rast, sušenje donjih listova
- 3 – od 51 do 75% zaraženog korijena, rast biljke zaustavljen
- 5 – od 26 do 50% zaraženih biljaka, rast biljke jako usporen
- 7 – do 25% zaraženih biljaka, rast malo usporen
- 8 – tragovi infekcije na korijenu, rast biljke normalan
- 9 – zdrav korijen, bez simptoma bolesti

6. Gljivične bolesti koje inficiraju stabljiku ili bazu stabljike (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Botritis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* i dr.)

- 1 – jaka trulež stabljike i brzo ugibanje biljaka
- 3 – jake nekroze, obilna sporulacija, listovi djelomice venu
- 5 – jake nekroze, manja sporulacija, rast biljke usporen
- 7 – određen broj nekrotičnih pjega na stabljici (bez sporulacije), normalan rast biljaka
- 8 – rijetke nekrotične pjege na stabljici
- 9 – bez simptoma bolesti

7. Druge pjege na listu koje izazivaju gljivice i bakterije

- 1 – pjege pokrivaju više od 50% površine lista
- 3 – pjege pokrivaju od 25 do 50% površine lista
- 5 – pjege pokrivaju od 6 do 25% površine lista
- 7 – pjege pokrivaju do 5% površine lista
- 8 – poneka pjega na biljci
- 9 – bez simptoma bolesti

## 15.5. Kemijska svojstva

1. Nikotin	virginia	burley
1- vrlo nizak	niži od 0,3%	niži od 0,5%
3 – nizak	od 0,3 do 1,2 %	od 0,5 do 1,7%
5 – umjeren	od 1,3 do 2,4%	od 1,8 do 2,8%
7 – visok	od 2,5 do 3,7%	od 2,9 do 4,0%
9 - vrlo visok	viši od 3,7%	viši od 4,0%
2. Nornikotin	virginia	burley
1- vrlo nizak	niži od 3%	niži od 5%
3 – nizak	od 3 do 7%	od 5 do 12%
5 – umjeren	od 8 do 10%	od 13 do 20%
7 – visok	od 11 do 15%	od 21 do 30%
9 - vrlo visok	viši od 15%	viši od 30%
3. Ukupni dušik	virginia	burley
1- vrlo nizak	niži od 1,0%	niži od 1,5%
3 – nizak	od 1,0 do 1,8 %	od 1,5 do 2,3%
5 – umjeren	od 1,9 do 2,7%	od 2,4 do 3,3%
7 – visok	od 2,8 do 4,0%	od 3,4 do 4,7%
9 - vrlo visok	viši od 4,0%	viši od 4,7%
4. Bjelančevine	virginia	burley
1- vrlo niske	niže od 3,0%	niže od 4,0%
3 – niske	od 3,0 do 4,3 %	od 4,0 do 6,0%
5 – umjerene	od 4,4 do 6,0%	od 6,1 do 9,0%
7 – visoke	od 6,1 do 8,0%	od 9,1 do 12,0%
9 – vrlo visoke	više od 8,0%	više od 12,0%

5. Reducirajući šećeri	virginia	burley
1 - vrlo niski	niži od 5%	
3 - niski	od 5 do 12 %	
5 – umjereni	od 13 do 21%	
7 – visoki	od 22 do 30%	
9 - vrlo visoki	viši od 30%	u tragovima do 0,1%
6. Pepeo	virginia	burley
1 - vrlo nizak	niži od 7%	niži od 12%
3 – nizak	od 7 do 11%	od 12 do 16%
5 – umjeren	od 12 do 16%	od 17 do 22%
7 – visok	od 17 do 21%	od 23 do 27%
9 – vrlo visok	viši od 21%	viši od 27%

## 15.6. Pušačka svojstva

(pri degustaciji ocjena se mora prilagoditi tipu duhana)

### 1. Karakter (tipska izraženost)

- 1 – nema karaktera za tip
- 3 – slaba izraženost
- 5 – umjerena izraženost
- 7 – dobra izraženost
- 9 – vrlo dobra izraženost

### 2. Okus

- 1 – neugodan
- 3 – manje ugodan
- 5 – srednje ugodan
- 7 – ugodan
- 9 – izrazito ugodan

### 3. Aroma

- 1 – ne uočava se
- 3 – lagana
- 5 – umjerena
- 7 – izrazita
- 9 – jaka

### 4. Jačina

- 1 – vrlo lagana
- 3 – lagana
- 5 – umjerena
- 7 – izrazita
- 9 – vrlo izrazita

### 5. Iritacija

- 1 – jaka iritacija
- 3 – jača iritacija
- 5 – umjerena iritacija
- 7 – lagana iritacija
- 9 – bez iritacije



## 16. Literatura

- Akehurst, B. C.** (1981). Tobacco, Longmans, London and New York.
- Alić Đemidžić, N., Beljo, J., Đemidžić, M.** (1999). Tehnologija obrade i prerade duhana. Fabrika duhana Sarajevo, Sarajevo.
- Beljo, J., Vuletić, N.** (1990). Duhanski terminologijski rječnik. Izdavačko razvojni institut Mostar i Duhanski institut Zagreb.
- Beljo, J.** (1992). Postupak za identifikaciju kultivara duhana. Duhanski institut Zagreb.
- Beljo, J., Falak, D., Triplat, J.** (1994). Proizvodnja hibridnog sjemena u Hrvatskoj. Sjemenarstvo 11(3-4):237-243.
- Beljo, J., Butorac, J., Brozović, D.** (2001). Nasljedni i nenasljedni činitelji prijevremene cvatnje kod duhana. Tutun/Tobacco 51(5-6):128-134.
- Beljo, J., Turšić, I.** (2007). Hrvatsko-engleski, englesko-hrvatski duhanski rječnik. Duhanski institut Zagreb.
- Boić, M., Devčić, M., Kozumplik, V.** (1999). Uzgoj duhanskog rasada na hranjivoj otopini. Agronomski glasnik 5-6:345-352.
- Borio, G.** (1996). The tobacco timeline. Tobacco news and information.
- Bukan, M., Budimir, A., Boić, M., Kozumplik, V., Pecina M.** (2006). Uzgoj duhanskog rasada na različitim hranjivim otopinama. Agronomski glasnik 6:475-484.
- Budimir, A., Boić, M., Bolarić, S., Šarčević, H., Kozumplik, V.** (2006). Proizvodnja sjemena duhana u Hrvatskoj. Agronomski glasnik 5-6:457-465.
- Butorac, J.** (1994). Prinos i kvaliteta nekih genotipova duhana tipa burley u ovisnosti o važnijim subparametrima lista. Poljoprivredna znanstvena smotra 59(4):369-384.
- Butorac, J., Mustapić, Z., Beljo, J.** (1995). Major morphological properties of the leaf of some Burley tobacco genotypes. Die Bodenkultur 46(4):321-329.

- Butorac, J., Mustapić, Z., Beljo, J.** (1995). Ritam porasta stabljike i pojave cvijeta nekih genotipova duhana tipa Burley. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 60(2):207-220.
- Butorac, J.** (1995). Utjecaj genotipa na kemijski sastav duhana tipa burley. *Tutun/Tobacco* 45(7-12): 17-27.
- Butorac, A., Butorac, J., Mesić, M., Turšić, I., Bašić, F., Vuletić, N., Berdin, M.** (1995). Influence of Biopost and Organo upon Flue-cured Tobacco Grown on Semigley. I. Leaf Yield and Participation of Particular Tobacco Classes. *Journal of Agronomy and Crop Science* 175(4):239-248.
- Butorac, A., Mesić, M., Butorac, J., Turšić, I., Bašić, F., Vuletić, N., Berdin, M.** (1995). Influence of Biopost and Organo upon Flue-cured Tobacco Grown on Semigley. II. Chemical Composition of Tobacco Leaf and Changes in the Chemical Soil Complex. *Journal of Agronomy and Crop Science* 175(5):307-316.
- Butorac, J.** (1998). Kombinacijske sposobnosti parametara lista duhana tipa burley. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 63(4):299-306.
- Butorac, J.** (1999). Components of Genetic Variance of Leaf Parameters in Burley Tobacco. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 64(1):33-41.
- Butorac, J.** (1999). Nasljednost nekih parametara lista duhana tipa burley. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 64(2):87-96.
- Butorac, J.** (1999). Korelacije između gospodarskih, morfoloških i kemijskih svojstava duhana tipa burley. *Sjemenarstvo* 16(6):621-629.
- Butorac, J, Vasilj Đ., Kozumplik, V., Beljo, J.** (1999). Quantitative parameters of some burley tobacco traits. *Rostlinna výroba* 45(4):149-156.
- Butorac, J. Poljak, M.** (1999). Genetic analysis of some chemical traits in burley tobacco. *Rostlinna výroba* 45(4):157-163.
- Butorac, A., Turšić, I., Butorac, J., Mesić, M., Bašić, F., Vuletić, N., Berdin, M., Kisić, I.** (1999). Results of Long-term Experiments with Growing Flue-cured

Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) in Monoculture and Different Types of Crop Rotations. Journal of Agronomy and Crop Science 183:271-285.

**Butorac, A., Oštrec, Lj., Turšić, I., Bašić, F., Vuletić, N., Butorac, J., Kisić, I. Mesić, M., Berdin, M.** (2000). The Effect of Flue-cured Tobacco Monoculture and Different Types of Crop Rotations on Population Densities of Plant-parasitic Nematodes. Poljoprivredna znanstvena smotra 65(2):61-69.

**Butorac, J.** (2000). Heterosis and combining ability of certain chemical traits in burley tobacco. Rostlinna výroba 46(5):219-224.

**Butorac, J., Vasilj, Đ., Kozumplik, V., Beljo, J.** (2000). Inheritance of certain economic and agronomic traits in burley tobacco. Die Bodenkultur 51(3):151-156.

**Butorac, J., Beljo, J., Mustapić, Z.** (2000). Korelacije između nekih parametara lista duhana tipa burley. Poljoprivredna znanstvena smotra 65(1):9-14.

**Butorac, J., Beljo, J. Brozović, D. Mustapić, Z.** (2000). Kombinacijske sposobnosti agronomskih i morfoloških svojstava duhana tipa burley. Poljoprivredna znanstvena smotra 65(3):153-159.

**Butorac, J., Beljo, J.** (2000). Nasljednost nekih gospodarskih i agronomskih svojstava duhana tipa burley. Sjemenarstvo 17(1-2):5-13.

**Butorac, J.** (2001). Regresijska analiza nekih parametara duhana tipa burley. Poljoprivredna znanstvena smotra 66(3):145-151.

**Butorac, J., Beljo, J., Gunjača, J.** (2004). Study of inheritance of some agronomic and morphological traits in burley tobacco by graphic analysis of diallel cross. Plant soil and environment 50(4):162-167.

**Butorac, A., Turšić, I., Mesić, M., Butorac, J., Bašić, F., Vuletić, N., Kisić, I., Berdin, M.** (2004). The effect of tobacco monoculture and crop rotation on tobacco leaf composition. Die Bodenkultur 55(3):129-134.

**Butorac, J. Beljo, J.** (2006). Komponente genetske varijance duhana tipa burley. Sjemenarstvo 23(1):27-37.

- Davis, D. L., Nielsen, M. T.** (1999). Tobacco. Production, Chemistry and Technology. Blackwell Science Ltd. Oxford.
- Douglas, H., Ross, P. P.** (1990). Methoprene: Its development and use for tobacco protection. *Tobacco International* 192(14):12-18.
- Hawks, Jr., S. N., Collins, W. K.** (1994). Načela proizvodnje Virginijskog duhana. Ceres, Zagreb.
- Karajankov, S., Arsov, Z., Kabranova, R.** (2007). Proizvodstvo na tutun. Praktikum. Univerzitet Sv. Kiril i Metodij i Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana, Skopje.
- Mustapić, Z., Bajtek, M., Pospišil, M.** (1992). Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos i kvalitetu duhana tipa burley. *Tutun/Tobacco* 42(7-12):119-137.
- Šatović, F.** (1985). Duhan u prošlosti i sadašnjosti. *Bilten poljodobra* 5:3-19.
- Tso, T.C.** (1990). Production, Physiology and Biochemistry of Tobacco Plant. Ideals, Inc. USA.
- Triplat, J., Beljo, J., Butorac, J.** (1994). Nove sorte duhana burley za uzgojne uvjete Hrvatske. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 59(2-3):195-201.
- Turšić, I., Kozumplik, V., Stojanović, P., Mihajlovski B.** (1990). Utjecaj gnojidbe na prinos i kvalitetu berleja. *Tutun/Tobacco* 40(7-12):99-107.
- Turšić, I.** (1992). Influence of the depth of ploughing on the soil compaction and tobacco yield in north Croatia. *Conference Proceedings, Soil compaction and soil management*. Tallin, p. 234-253.
- Turšić, I.** (1993). Komparativno istraživanje različitih dubina osnovne obrade tla u interakciji s mineralnom gnojidbom za duhan tipa Virdžinija. *Disertacija*. Zagreb.
- Turšić, I., Čavlek, M., Ćosić, T., Tratnik, M., Šostarić, J., Petošić, D., Kovačević, I.** (2004). Effects of soil tillage on the yield and quality of tobacco in Croatia. *Acta Agronomica Hungarica* 52:221-226.
- Turšić, I.** (2004). Nove tehnologije u proizvodnji duhana (Plutajući sustav – Float System). *Duhanski institut Zagreb, Zagreb*.

---

**Turšić, I., Butorac, A., Bašić, F., Čavlek, M., Mesić, M., Đaković, Z., Kisić, I., Tratnik, M., Svitlica, B.** (2005). Effect of fifteen years of tobacco production in monoculture and crop rotation on the yield and quality of flue-cured tobacco under agroecological conditions of Croatia. *Die Bodenkultur* 56(3):169-172.

**Uzunovski, M., Jevtić, S.** (1989). *Duhan*. (ed. Dončev) Posebno ratarstvo 2, str. 319-353, Naučna knjiga, Beograd.

<http://www.fao.org/english/newsroom/news/2003/26919-en.html> (8. travnja 2008.)

<http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408> (3. travnja 2008.)

## Kazalo pojmova

### A

aktivna genetska varijanca .....	62
ageing .....	113, 114
<i>Agrotis ypsilon</i> Hufnfl. ....	89
air-cured.....1, 14, 15, 16, 17, 152, 154, 156, 157, 161	
alel .....	62
alkalni duhani.....13	
alkaloid6, 62, 63, 75, 78, 101, 106, 120, 131, 132, 133, 134, 140, 143	
anabasin .....	132, 133
nikotin.....6, 24, 63, 77, 110, 111, 114, 116, 132, 133, 134, 140, 142	
normikotin .....	62, 63, 101, 122, 132, 133
<i>Alternaria alternata (temuis)</i> Keissl .....	81
Amerigo Vespucci .....	4
aminokiseline .....	101, 112, 131, 134, 152
amonijak .....	55, 56, 111, 120, 131, 134, 142, 143, 152
anabasin .....	132, 133
antagonizam .....	59
aroma 13, 14, 16, 18, 21, 23, 41, 63, 78, 112, 113, 114, 119, 120, 131, 138, 143, 144, 145, 154, 158, 160, 161, 163, 164, 169, 170, 172, 173	
aromatični duhani .....	13

### B

bakar .....	61
bakterijske bolesti	
<i>Erwinia carotovora</i> Winslow et al.....	83
<i>Pseudomonas solanacearum</i> Smith .....	83
<i>Pseudomonas tabaci</i> Wolf & Foster .....	82
bashi-bagli .....	18, 163
basma .....	18, 163, 167
baza lista .....	177
bazen.....	47
berba ...1, 18, 31, 38, 40, 46, 65, 66, 67, 68, 71, 75, 76, 78, 81, 88, 90, 92, 96, 97, 98, 103, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 133, 134, 148, 149, 153, 154, 156, 158, 160, 161, 164, 165, 166, 167, 170, 173, 174	
BH 2.....	148
BH 4.....	148
BH 9.....	148
binder .....	16, 158
Biopost.....	190
bjelančevine ... 13, 37, 65, 97, 101, 111, 120, 128, 131, 134, 142, 145, 148, 152, 154, 169	
blend .....	6, 15, 21, 145, 169
blend cigareta..... 6, 15, 21, 145, 154, 161, 163, 169	
boja .14, 17, 18, 24, 55, 83, 96, 97, 100, 101, 104, 112, 118, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 138, 149, 151, 153, 154, 158, 160, 165	
boja cvijeta.....	181

boja duhana nakon sušenja .....	183
boja lista .....	17, 28, 55, 104, 138, 158, 179
boja srednje žile.....	179
bolesti fiziološkog podrijetla .....	88
bor .....	54, 60, 159
briar .....	5
broj listova.....	62, 175
bulk sušnica .....	161
burley 1, 6, 7, 12, 13, 16, 21, 27, 28, 35, 36, 38, 63, 84, 96, 103, 139, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 174, 186, 187, 189, 190, 191, 192	
burmut .....	20, 24, 25, 94
butonizacija .....	35, 36, 76

### C

celuloza .....	21, 24, 101, 116, 128, 135, 136
<i>Chalara ellegans</i> Naq Raj & W.B. Kendr.....	79
cigara 1, 3, 4, 5, 6, 13, 16, 20, 21, 23, 40, 94, 116, 140, 158	
cigareta: 1, 3, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 78, 94, 107, 108, 114, 116, 117, 129, 140, 141, 143, 145, 154, 156, 163, 168, 169	
cigaretni papir.....	21, 108, 116, 140, 144
cigarette .....	3, 4
cigami duhani.....	13, 16, 17, 158
cigaro de papel.....	4
cigaro de papelillo .....	4
cigarro .....	3
cilindar za navlaživanje duhana.....	105
cink .....	61
citoplazmatska muška sterilnost .....	64, 147
<i>Conoderus vespertinus</i> F. i C. Falli.....	89
CORESTA .....	142, 174
<i>Cotinis nitida</i> L. ....	89
<i>Crambus spp.</i> .....	89
<i>Cuscuta alba</i> .....	88
cvat .....	29, 30, 83, 92, 179
oblik cvata.....	179
štitac .....	29
cvatnja.....	37, 62, 76, 182, 189
vrijeme cvatnje.....	59, 135
cvijet.....	36, 160
boja cvijeta.....	181
dužina cvijeta .....	30, 180
lapovi .....	30
latice.....	30, 180
oblik cvijeta.....	180
oblik vjenčica.....	180
prašnici.....	30, 64
tučak.....	30
cvjetanje .....	35

## Č

četveropolje.....52

## D

Danica.....64, 65  
 degustacija.....112, 118, 142, 143, 144, 174  
 dezinfekcija kosilice.....50  
 DH 10.....64, 65, 66  
 DH 12.....64, 67  
 DH 17.....64, 67, 68  
 DH 27.....65, 67, 68  
 DH 29.....65, 68  
 DH 33.....65, 68  
 dim.....6, 4, 13, 14, 16, 18, 19, 96, 108, 113, 114, 116,  
 119, 120, 122, 131, 137, 138, 139, 140, 141, 142,  
 143, 144, 163, 172, 173  
 dinamična skupina.....101  
 dipping tobacco.....24  
 disaharidi.....135, 136  
 disaharidi sahara.....130, 135  
 dlačica.....29, 137  
 dlačice za transpiraciju.....29  
 žljezdaste dlačice.....29  
 dlačice za transpiraciju.....29  
 Drava.....64, 66  
 Državna sortna lista.....64, 148, 170  
 duhan ..6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16,  
 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29,  
 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44,  
 45, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59,  
 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73,  
 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86,  
 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99,  
 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109,  
 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119,  
 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129,  
 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139,  
 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149,  
 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159,  
 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169,  
 170, 171, 172, 173, 174, 184, 187, 189, 190, 191,  
 192  
*Nicotiana tabacum* L. 6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12,  
 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 33, 35, 39, 41,  
 42, 44, 48, 51, 52, 53, 56, 58, 59, 61, 64, 69, 74,  
 75, 76, 81, 84, 87, 88, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97,  
 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 108, 109, 110,  
 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 124,  
 128, 129, 135, 138, 140, 143, 145, 146, 147,  
 148, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 158,  
 159, 160, 161, 163, 165, 166, 167, 168, 169,  
 170, 171, 172, 173, 174, 192  
 duhan za umakanje.....23  
 duhan za ušmrkivanje.....23  
 duhan za žvakanje.....5, 94, 145, 161  
 Duhanski institut Zagreb.....40, 64, 148, 189, 192  
 dušična skupina.....101

dušični spojevi.....120, 131  
 alkaloid.....6, 132, 133  
 aminokiseline.....101, 131, 152  
 bjelančevine...37, 97, 101, 120, 128, 131, 134, 142  
 hlapljive baze.....120, 131, 134, 142  
 nitrati.....101, 128, 131  
 nitrozamin.....134, 140  
 ukupni dušik.....63, 101, 142  
 dušik. 14, 18, 19, 42, 43, 45, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 56,  
 57, 58, 59, 60, 66, 75, 79, 86, 92, 95, 97, 106, 118,  
 120, 131, 134, 142, 146, 147, 155, 157, 159, 164,  
 170, 172, 186, 192  
 dužina cvijeta.....30, 180  
 dužina lista.....28, 157  
 dužina vegetacije.....182  
 dvopolje.....52  
 dvovrstan.....26

## E

ekspandiranje.....114, 115  
 elastičnost.....50, 118, 121, 130  
*Ephestia elutella* Hlbn.....94  
 epiderma.....29  
*Epitrix hirtipennis* Melsh.....88  
*Erysiphe cichoracearum* DC.....82  
*Erwinia carotovora* Winslow et al.....83  
 eterična ulja.....13, 20, 29, 63, 111, 136, 137, 138, 163

## F

faza fiksacije boje i isušivanja plojke.....100  
 faza isušivanja srednjeg rebra.....99  
 faza zučenja listova.....99  
 fenolni spojevi.....14, 15, 138  
 fenotip.....63  
 fermentacija.....15, 17, 18, 23, 110, 111, 112, 113, 130,  
 135, 136, 168  
 izvansezonska fermentacija.....112  
 sezonska fermentacija.....112  
 figurado.....22  
 filler.....16, 158  
 filter.....21, 140, 141  
 fire-cured.....1, 14, 19, 172, 173  
 fitotoksičnost.....61, 74  
 fizikalna svojstva.....115, 127  
 glavnog rebra prema plojci (nervatura).....127  
 higroskopnost.....127, 128  
 izgorljivost..60, 118, 127, 128, 129, 134, 139, 154,  
 158, 159, 169  
 moć punjenja78, 114, 116, 118, 121, 122, 123, 127,  
 129, 130, 136, 142  
 ravnotežna vlaga.....127  
 fizikalno-kemijski vezana voda.....131  
 fiziološka zrioba.....97  
 fiziotrop.....77  
 float system.....46  
 flue-cured...1, 6, 14, 15, 39, 44, 56, 63, 64, 72, 78, 80,  
 96, 97, 98, 101, 103, 104, 106, 115, 118, 120, 121,

122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 155, 156, 159, 161, 171, 172, 193	
faza fiksacije boje i isušivanja plojke .....	100
faza isušivanja srednjeg rebra .....	99
faza žućenja listova .....	99
formiranje biljke .....	35
formiranje i sazrijevanje listova .....	37
formiranje i sazrijevanje sjemena .....	37
formiranje presadnica .....	34
fosfor.....	43, 45, 48, 54, 58, 95, 128, 147, 155, 159, 164
fumigacija .....	44
fungicid .....	45, 50, 79, 80, 81, 82
<i>Fusarium oxysporum (nicotianae)</i> Schldtl. ....	81

## G

George Webb .....	145
glavnog rebra prema plojci (nervatura) .....	127
gljivične bolesti	
<i>Alternaria alternata (temis)</i> Keissl .....	81
<i>Chalara ellegans</i> Naq Raj & W.B. Kendr. ....	79
<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC .....	82
<i>Fusarium oxysporum (nicotianae)</i> Schldtl. ....	81
<i>Peronospora tabacina</i> Adam.....	63, 80, 184
<i>Phytophthora nicotianae (parasitica)</i> Dastur .....	80
<i>Pythium debarianum</i> Hesse .....	79
<i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn.....	81
<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.....	81
gnojidba .....	52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 66, 79, 86, 88, 92, 134, 139, 155, 159, 164, 170, 192
Grade system .....	104
<i>Graphognathus spp.</i> .....	90
gredica .....	46, 53, 54, 61, 73, 78
green river .....	16
<i>Grylotalpa hexadactyla</i> Perty .....	89
gušenje duhana .....	41

## H

habitus .....	26, 27
harmoničnost .....	144
heliofitna biljka .....	40
<i>Heliothis virescens</i> F. ....	90
hemiceluloza .....	112, 136
herbicidi .....	44, 72, 73, 74, 87
herzgovinian .....	18
hibrid .....	62, 63, 80, 84, 147, 148, 174
hibridna sorta .....	66, 148
hidrazid maleinske kiseline .....	77, 78, 82
hidropon .....	33, 34, 79
higroskopnost .....	127, 128
hlađenje .....	108, 109
hlapljive baze .....	134
hranivo .....	26, 42, 48, 53, 54, 56, 70, 75, 87, 132, 147
<i>Hydrobaenus spp.</i> .....	88

## I

inducirane mutacije .....	64
insekticid .....	45, 89, 90, 92, 93, 95
insercija .....	28, 29, 40, 121, 129
nadpodbir .....	28
ovršak .....	28, 126
podbir .....	28, 126
podovršak .....	28, 29, 125, 126, 154
srednji listovi .....	28, 29
intermedijarno .....	62, 63
internodiji .....	26, 27, 39
iritacije .....	188
ISO .....	142, 174
izgorljivost 60, 118, 127, 128, 129, 134, 139, 154, 158, 159, 169	
izvansezonska fermentacija .....	112
ižiljavanje .....	23, 103, 106, 107, 108, 116

## J

jabučna kiselina .....	24, 101, 106, 112, 137, 145
jačina .....	14, 56, 143, 163
Jean Nicot .....	4
John Rolfe .....	5

## K

kalcij 18, 54, 56, 59, 106, 128, 137, 139, 152, 154, 161, 163	
kalij .....	43, 45, 54, 56, 58, 59, 61, 106, 128, 137, 139, 147, 152, 154, 155, 157, 159, 163, 164, 172
kamiš .....	6
karakter .....	111
karotin .....	138
kemijska svojstva .....	62, 106, 118, 121, 142, 174
dušični spojevi .....	120, 131
eterična ulja .....	13, 29, 111, 137, 163
fenolni spojevi .....	14, 15, 138
mineralne tvari .....	101, 139
nedušični spojevi .....	135
organske kiseline .....	24, 137
pigmenti .....	101, 135, 138, 139
sadržaj vode .....	130
smole .....	29, 75, 137, 163
kemijski vezana voda .....	131
kiseli duhani .....	13
klijanje sjemena .....	33
klor .....	60, 76, 106, 128, 139, 147
klorofil .....	59, 97, 98, 138, 145
Kolumbo .....	4
konzumacija duhana .....	9
korijen .....	26, 41, 45, 72, 75, 79, 81, 83, 88, 89, 185
dvovrstan .....	26
vretenast .....	26
korov .....	45, 46, 53, 72, 73, 74, 83, 85, 86
krupnolisni duhani .....	13, 28
ksantofil .....	138



kultivator.....	72, 73
kultiviranje.....	72, 73, 79
kutikula.....	29
kvaliteta.6, 1, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 28, 31, 39, 40, 41, 42, 46, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 66, 69, 71, 74, 75, 76, 90, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 103, 104, 108, 112, 114, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 130, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 147, 151, 153, 154, 155, 163, 164, 165, 167, 168, 170, 171, 183, 189, 192	

---

## L

lapovi.....	30
<i>Lasioderma serricorne</i> F.....	94
latakia.....	19
latice.....	30, 31, 180
leguminoza.....	51, 52, 57
lesivirano tlo višeslojnih pleistocenskih pijesaka.....	42
levantian.....	18
lignin.....	101, 136
list 3, 4, 17, 19, 21, 28, 29, 37, 42, 59, 61, 66, 67, 75, 77, 90, 94, 96, 97, 99, 100, 101, 103, 107, 108, 110, 116, 119, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 132, 134, 146, 153, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 165, 167, 168, 171, 172, 173, 176, 177, 178	
baza lista.....	177
boja lista.....	17, 28, 55, 104, 138, 158, 179
boja srednje žile.....	179
broj listova.....	62, 175
dužina lista.....	28, 157
epiderma.....	29
kutikula.....	29
mezofil.....	29
nervatura lista.....	118
oblik lista.....	62, 176
odnos dužine i širine.....	28, 176
parenhim.....	29
plojka lista.....	178
položaj lista na stabljici.....	104, 119, 121, 138
površina lista.....	28, 163, 177
provodne žile.....	29
vrh lista.....	178
<i>Listroderes costirostris obliquus</i> Klug.....	89
lokus.....	62
lomljivost.....	114, 121
lula.....	3, 4, 5, 13, 18, 20, 22, 23, 24

---

## M

magnezij....	54, 56, 59, 60, 61, 128, 137, 139, 152, 154, 163
mahorka.....	2, 3
<i>Nicotiana rustica</i> L.....	2
maltoza.....	135
<i>Manduca sexta</i> L.....	90
mangan.....	54, 61
maryland.....	13, 16, 21, 154, 155, 157, 158, 174
maturacija.....	113

mehanički vezana voda.....	131
<i>Meloidogyne</i> .....	86
metilbromid.....	44, 46
metoda dihaploida.....	64
mezofil.....	29
mineralne tvari.....	76, 101, 112, 120, 124, 139, 152
pepel....	21, 106, 124, 128, 129, 139, 141, 145, 152, 154
minimalna temperatura klijanja.....	39
mješavina za lule..	1, 15, 16, 17, 19, 22, 145, 156, 161, 171, 172
moć punjenja.....	78, 114, 116, 118, 121, 122, 123, 127, 129, 130, 136, 142
moć upijanja.....	26, 145
molibden.....	61
monokultura.....	51, 157, 158, 164, 169
monopol.....	5
monosaharidi.....	135, 136
<i>Mysis persicae</i> Sulzer.....	90

---

## N

nadpodbir.....	28
natapanje	41, 71, 72, 74, 75, 76, 81, 87, 149, 155, 157, 160, 165, 170, 173
nedušični spojevi.....	135
ugljikohidrati.....	152
nematode.....	45, 51, 52, 78, 83, 85, 86, 93
<i>Meloidogyne</i> .....	86
<i>Pratylenchus</i> .....	86
nervatura lista.....	118
nicanje.....	33, 53
nikotin	6, 13, 18, 20, 21, 22, 24, 31, 55, 56, 57, 62, 63, 65, 66, 75, 76, 77, 94, 97, 101, 110, 111, 114, 116, 118, 120, 121, 122, 128, 132, 133, 134, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 148, 149, 152, 154, 155, 156, 163, 169, 172
nitriti.....	21, 55, 56, 61, 101, 128, 131, 134, 145
nitrozamin.....	134, 140
nodiji.....	26, 27
nornikotin.....	62, 63, 101, 120, 122, 132, 133
<i>Nozara viridula</i> L.....	92

---

## Nj

njega.....	21, 26, 50, 53, 72, 161
------------	-------------------------

---

## O

oblik cvata.....	179
oblik cvijeta.....	180
oblik lista.....	62, 176
oblik tobolca.....	181
oblik vjenčića.....	180
odležavanje.....	107, 113, 114
odnos dužine i širine.....	28, 176
<i>Oecanthus nigricornis quadripunctatus</i> Beut.....	91
okopavanje.....	72, 73

okus.....	13, 15, 16, 21, 22, 96, 108, 112, 113, 114, 116, 120, 122, 124, 133, 135, 136, 137, 141, 143, 144, 158, 161, 169, 173
omot.....	16, 21, 158, 159, 160
one sucker.....	16
optimalna temperatura za razvoj.....	39
oralni burmut.....	24
oranje.....	53, 61, 87, 159, 164
Organo.....	190
organoleptička procjena.....	121, 173
boja.....	14, 17, 18, 24, 55, 83, 96, 97, 100, 101, 104, 112, 118, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 138, 149, 151, 153, 154, 158, 160, 165
elastičnost.....	50, 118, 121, 130
lomljivost.....	114, 121
položaj lista na stabljici.....	104, 119, 121, 138
sadržajnost ..	76, 118, 121, 124, 125, 126, 127, 134, 153, 154, 158
tekstura.....	14, 118, 121
veličina lista.....	104, 121, 124, 125, 126, 127, 153, 154, 173
organska tvar.....	16, 17, 37, 52, 60, 95, 97, 111, 158, 159, 166
organske kiseline.....	24, 102, 135, 137, 152
jabučna kiselina.....	24, 101, 106, 112, 137, 145
orientalni duhani ..	13, 18, 21, 163, 164, 165, 167, 168, 170, 171, 174
<i>Oboranche spp.</i> .....	87
otkup.....	7, 103, 104, 105, 106, 107, 119, 142, 166, 168
ovršak.....	28, 126

## P

pajero.....	22
papelete.....	4
parazitske cvjetnice	
<i>Cuscuta alba</i> .....	88
<i>Oboranche spp.</i> .....	87
parenhim.....	29
pedigre metoda.....	64
pentozani.....	101, 112, 136, 142
pepel.....	21, 106, 124, 128, 129, 139, 141, 145, 152, 154
perique air-cured.....	17
perique duhani.....	161, 162
<i>Peronospora tabacina</i> Adam.....	63, 80, 184
peteropolje.....	52
pH.....	13, 56, 58, 60, 61, 112, 114, 120, 121, 133, 134, 142, 145, 164
<i>Phorimaea operculella</i> Zell.....	91
<i>Phytophthora nicotianae (parasitica)</i> Dastur.....	80
pigmenti.....	101, 135, 138, 139
karotin.....	138
klorofil.....	138
ksantofil.....	138
plastenik.....	46, 47, 48, 50, 51
plod.....	76, 182
tobolac.....	31, 182
plodored.....	51, 52, 74, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 147, 155, 157, 159, 164, 169, 172
plojka.....	28, 89, 98, 99, 103, 106, 107, 110, 116, 124, 128, 129, 158, 161, 173, 178

plojka lista.....	178
plug.....	23
podbir.....	28, 126
podovršak.....	28, 29, 125, 126, 154
Podravac.....	148
pokretni berači.....	97
polietilenska folija.....	44, 46, 47, 150, 166
polietilenski pokrivač.....	163
polisaharidi.....	130, 136
celuloza.....	21, 101, 128, 135, 136
hemiceluloza.....	112, 136
lignin.....	101, 136
pentozani.....	101, 112, 136, 142
škrob.....	97, 99, 102, 114, 120, 135, 136
polistirenske plitvice.....	48
polistirenski kontejneri.....	46
položaj lista na stabljici.....	104, 119, 121, 138
poluorientalni duhani.....	169, 170, 171
<i>Popilla japonica</i> Newman.....	91
porodica Solanaceae.....	2, 51
povoj.....	16, 21, 158, 159, 160
povratno križanje.....	64
površina (ha).....	10, 11, 12
površina lista.....	28, 163, 177
prašenje strništa.....	53
prašnici.....	30, 64
<i>Pratylenchus</i> .....	86
predusjev.....	25, 52, 53
presadnica.....	33, 35, 39, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 61, 70, 71, 75, 79, 81, 84, 85, 86, 88
prihrana.....	45, 48, 56, 147, 159, 172
primarna manipulacija.....	103
prinos.....	10, 12, 42, 52, 55, 56, 57, 62, 66, 69, 73, 74, 75, 90, 139, 159, 163, 165, 169, 192
priprema hidropona.....	47
priprema lijeha.....	44
proizvodnja duhana ..	6, 8, 9, 10, 12, 15, 19, 31, 63, 72, 84, 119, 147, 172, 192
proizvođači duhana.....	9, 10, 11, 12
provodne žile.....	29
<i>Pseudomonas solanacearum</i> Smith.....	83
<i>Pseudomonas tabaci</i> Wolf & Foster.....	82
pušačka svojstva.....	116, 117, 122, 128, 129, 133, 137, 143, 171
aroma.....	16, 23, 143, 144, 145
harmoničnost.....	144
iritacije.....	188
jačina.....	14, 56, 143, 163
karakter.....	111
okus.....	16, 21, 96, 108, 112, 114, 116, 122, 124, 133, 135, 136, 137, 143, 144, 158, 169
PVY.....	51, 65, 66, 67, 68, 84, 85, 148, 184
<i>Pythium debarianum</i> Hesse.....	79

## R

ravnotežna vlaga.....	127
rebro.....	67, 91, 92, 98, 99, 100, 103, 106, 107, 108, 109, 115, 116, 127, 136, 171, 173
redrying.....	103, 108

reducirajući šećeri ..	14, 55, 57, 60, 65, 66, 75, 97, 106, 120, 135, 142, 163
maltoza .....	97, 135, 142
monosaharidi .....	97, 135, 142
rekonstituirani duhan .....	107
relativna vlaga zraka .....	17, 50
<i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn .....	81
rod <i>Nicotiana</i> .....	2, 132
<i>Nicotiana affinis</i> L. ....	3
<i>Nicotiana africana</i> L. ....	3
<i>Nicotiana alata</i> L. ....	3
<i>Nicotiana debneyi</i> L. ....	2
<i>Nicotiana glutinosa</i> L. ....	2
<i>Nicotiana longiflora</i> L. ....	3
<i>Nicotiana otophora</i> L. ....	3
<i>Nicotiana paniculata</i> L. ....	2
<i>Nicotiana repanda</i> L. ....	2
<i>Nicotiana silvestris</i> L. ....	2
<i>Nicotiana suaveolens</i> L. ....	2
<i>Nicotiana tomentosiformis</i> L. ....	2
<i>Nicotiana undulata</i> L. ....	2
<hr/>	
sadilica .....	69, 71
sadnja .....	5, 40, 45, 46, 51, 53, 56, 57, 61, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 92, 93, 96, 133, 147, 148, 149, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 182
sadržaj vode .....	130
fizikalno-kemijski vezana voda .....	131
kemijski vezana voda .....	131
mehanički vezana voda .....	131
sadržajnost .....	76, 118, 121, 124, 125, 126, 127, 134, 153, 154, 158
saharozna .....	130, 135
samohodni sustav s rasprskivačem .....	76
samovlaženje .....	111
samozagrijavanje .....	111
sazrijevanje listova .....	38
<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc .....	81
scrap .....	23
separator .....	107
sezonska fermentacija .....	112
sitnolisni duhani .....	28
sitnjavina .....	23, 116
sjetva .....	44, 45, 47, 48, 49, 51, 87, 88, 90
skladištenje .....	95
sklonost polijeganju .....	175
Slavonac .....	148
smole .....	20, 29, 75, 137, 163
smotak .....	23
snuff tobacco .....	24
snus tobacco .....	24
sorta .....	6, 13, 14, 40, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 77, 79, 85, 86, 88, 90, 111, 118, 119, 122, 123, 124, 127, 132, 134, 135, 138, 139, 144, 145, 146, 147, 148, 155, 157, 158, 159, 163, 170, 174, 192
BH 2 .....	148
BH 4 .....	148
BH 9 .....	148
Danica .....	64, 65

DH 10 .....	64, 65, 66
DH 12 .....	64, 67
DH 17 .....	64, 67, 68
DH 27 .....	65, 67, 68
DH 29 .....	65, 68
DH 33 .....	65, 68
Drava .....	64, 66
Podravac .....	148
Slavonac .....	148
VPK 1 .....	66
VPK 2 .....	66
srednji listovi .....	28, 29
stabljika .....	83, 90, 151
internodiji .....	26
nodiji .....	26
sklonost polijeganju .....	175
zaperci .....	27, 29, 42, 55, 72, 76, 77, 78, 90, 92, 119, 173, 181
statična skupina .....	101
strips .....	106, 107, 108, 110, 115, 121
sumpur .....	54, 59, 60, 61, 128
sun-cured .....	1, 14, 18
superfosfat .....	59
sušenje .....	6, 13, 14, 15, 17, 19, 23, 58, 59, 60, 63, 66, 78, 79, 81, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 108, 110, 113, 114, 118, 119, 122, 123, 125, 126, 130, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 145, 149, 150, 151, 152, 161, 163, 166, 170, 172, 173, 185
air-cured .....	1, 14, 15, 16, 17, 152, 154, 156, 157, 161
fire-cured .....	1, 14, 19, 172, 173
flue-cured .....	1, 6, 14, 15, 39, 44, 56, 63, 64, 72, 78, 80, 96, 97, 98, 101, 103, 104, 106, 115, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 155, 156, 159, 161, 171, 172, 193
sun-cured .....	1, 14, 18
svjetli duhani .....	13

---

## Š

šesteropolje .....	52
šišanje (podrezivanje) presadnica .....	50
škrob .....	97, 98, 99, 100, 102, 114, 120, 124, 135, 139, 151
šmrkanje .....	4, 5, 16, 19, 156, 172
Šmukov indeks .....	120
štetnici u lijevama .....	
<i>Cotinis nitida</i> L. ....	89
<i>Epitrix hirtipennis</i> Melsh. ....	88
<i>Gryllotalpa hexadactyla</i> Perty .....	89
<i>Hydrobaenus</i> spp. ....	88
<i>Listroderes costirostris obliquus</i> Klug .....	89
štetnici u polju .....	
<i>Agrotis ypsilon</i> Hufnl. ....	89
<i>Conoderus vespertinus</i> F. i C. Falli. ....	89
<i>Crambus</i> spp. ....	89
<i>Graphognathus</i> spp. ....	90
<i>Heliothis virescens</i> F. ....	90
<i>Manduca sexta</i> L. ....	90
<i>Mysus persicae</i> Sulzer .....	90

<i>Nozara viridula</i> L. ....	92
<i>Oecanthus nigricornis quadripunctatus</i> Beut. ....	91
<i>Pthorimaea operculella</i> Zell. ....	91
<i>Popilla japonica</i> Newman. ....	91
<i>Trichoplusia</i> spp. ....	92
<i>Trips tabaci</i> Lind. ....	92
štetnici u skladištu	
<i>Ephestia elutella</i> Hlbn. ....	94
<i>Lasioderma serricorne</i> F. ....	94
štitic. ....	29

## T

tamni duhani .....	16, 156, 157, 158
tehnička zrioba .....	96, 97
tekstura .....	14, 118, 121
tifon .....	76
tip 1, 2, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 28, 39, 42, 43, 62, 63, 81, 92, 96, 98, 102, 104, 108, 118, 121, 122, 135, 138, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 169, 170, 171, 173, 174, 187, 189, 190, 191, 192	
TMV .....	50, 51, 83, 184
tobolac .....	31, 182
oblik tobolca .....	181
transgresivno cijepanje .....	62
transpiracijski koeficijent .....	41
trešer .....	107, 108
trešnjino crvenilo .....	122
<i>Trichoplusia</i> spp. ....	92
<i>Trips tabaci</i> Lind. ....	92
tropolje .....	52
tučak .....	30
tvornica duhana .....	5
twist .....	23

## U

ugljikohidrati 13, 97, 102, 112, 120, 128, 131, 135, 152	
disaharidi .....	135, 136
monosaharidi .....	135, 136
polisaharidi .....	136
ukorjenjivanje duhana u polju .....	35
ukorjenjivanje presadnica .....	34, 50
ukupni dušik... 63, 65, 66, 97, 101, 111, 120, 121, 131, 139, 142, 152, 154, 163	
uložak .....	16, 23, 158, 159, 160
UPOV .....	174
ušmrkivanje .....	1, 13, 20
uzgoj presadnica duhana klasičnim načinom .....	44
priprema ljeha .....	44
uzgoj presadnica duhana u hidroponima .....	46
priprema hidropona .....	46

## V

veličina lista ... 104, 121, 124, 125, 126, 127, 153, 154, 173	
virginia 1, 7, 12, 14, 18, 19, 21, 27, 35, 36, 38, 39, 42, 43, 63, 84, 96, 118, 172, 174, 186, 187	
virginia sun-cured .....	18, 171
virus mozaika duhana .....	83
virus mozaika krastavca .....	85
virus prstenastog venuća rajčice .....	85
virusna pjegavost .....	86
virusne bolesti .....	50, 90
virus mozaika duhana .....	83
virus mozaika krastavca .....	85
virus prstenastog venuća rajčice .....	85
virusna pjegavost .....	86
Y virus krumpira .....	84, 85
visina biljke .....	62, 175
vlaženje .....	95, 108, 130, 131, 151
vodena lula .....	6
VPK 1 .....	66
VPK 2 .....	66
vretenast .....	26
vrh lista .....	177, 178
vrijeme cvatnje .....	59, 135

## W

Walter Raleigh .....	5
White Burley .....	145
White Orinocco .....	145
wrapper .....	16, 158

## Y

Y virus krumpira .....	84, 85
------------------------	--------

## Z

zalamanje cvata .....	77, 78
zametanje sjemena .....	182
zaperci . 27, 29, 42, 55, 72, 76, 77, 78, 83, 90, 92, 119, 157, 160, 161, 173, 181	
zbroj temperatura .....	39
zicar .....	3
zigar .....	3

## Ž

žljezdaste dlačice .....	29
žvakanje .... 1, 4, 13, 16, 19, 20, 23, 24, 145, 156, 171, 172	







TDR

Vodeći regionalni  
proizvođač i izvoznik cigareta



hd

hrvatski duhani

Najveći dorađivač i izvoznik visokokvalitetnih  
virginijskih duhana u Jugoistočnoj Europi

*Jedan savršen  
trenutak*



 ronhill

Najprodavaniji brand u regiji