

Navodnjavanje duhana (*Nicotiana tabacum* L.)

Kolobarić, Josipa

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:522558>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-15**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Josipa Kolobarić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Navodnjavanje duhana (*Nicotiana tabacum* L.)

Završni rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Josipa Kolobarić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Navodnjavanje duhana (*Nicotiana tabacum* L.)

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Monika Marković, mentor
2. Prof. dr. sc. Jasna Šoštarić, član
3. Doc. dr. sc. Ivana Varga, član

Osijek, 2021.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Hortikultura

Završni rad

Josipa Kolobarić

Navodnjavanje duhana (*Nicotiana tabacum L.*)

Sažetak: Duhan se uzgaja u različitim agroekološkim uvjetima u kojima može biti zadovoljena potreba duhana za srednjom dnevnom temperaturom zraka, tlo te količini oborina. Optimalna srednja dnevna temperatura u uzgoju duhana je od 20 do 30 °C. Duhan preferira lagana pjeskovita tla, pH reakcije od 5 do 6,5. Potrebna količina vode je u rasponu od 400 do 600 mm. Veća potreba duhana za vodom je u fazi početnog porasta, odnosno nakon presađivanja, a najveće potrebe za vodom su 50 do 70 dana nakon presađivanja te nakon te faze potrebe za vodom su manje. Potrebna voda za navodnjavanje će ovisiti o količini pristupačne vode, oborina, zalihe vode u tlu te metodi navodnjavanja. Važno je istaknuti kako će prinos i kvaliteta duhana biti umanjena jednako u sušnim kao i u uvjetima prekomjerne vlažnosti što će ponajviše ovisiti o fazi razvoja. Kod navodnjavanja duhana su najčešće primjenjivane metode površinskog navodnjavanja, odnosno kišenja pri čemu je od osobite važnosti kvaliteta vode za navodnjavanje, odnosno sadržaj Cl⁻ iona.

Ključne riječi: duhan, voda, navodnjavanje, prinos, kvaliteta

25 stranica, 2 tablice, 12 grafikona i slika, 34 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture

BSc Thesis

Josipa Kolobarić

Tobacco (*Nicotiana tabacum L.*) irrigation

Summary: Tobacco is grown in various agroecological conditions in which the need of tobacco for the average daily air temperature, soil and precipitation can be met. The optimal average daily temperature in tobacco growing is from 20 to 30 °C. Tobacco prefers light sandy soils, with pH from 5 to 6.5. The required amount of water is in the range of 400 to 600 mm. The higher need of tobacco for water is in the phase of initial growth, i.e. after transplanting, and the greatest needs for water are 50 to 70 days after transplanting, and after that phase the need for water is lower. The water needed for irrigation will depend on the amount of available water, precipitation, soil water supply and irrigation method. It is important to point out that the yield and quality of tobacco will be reduced both in arid and in conditions of excessive water, which will mostly depend on the stage of development. In the case of irrigated tobacco, the most commonly used methods are surface and sprinkler irrigation, where the quality of water for irrigation, i.e. the Cl⁻ content, is of particular importance.

Key words: tobacco, water, irrigation, yield, quality

25 pages, 2 tables, 12 figures, 34 references

BSc Thesis is archived in the Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek and in the digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. DUHAN (Nicotiana tabacum L.)	3
2.1. Proizvodnja duhana u svijetu i u Republici Hrvatskoj	4
2.2. Morfološka svojstva duhana	5
2.2.1. Korijen duhana	5
2.2.2. Stabljika duhana	6
2.2.3. List duhana	6
2.2.4. Cvijet duhana.....	7
2.2.5. Plod i sjeme duhana.....	7
3. AGROTEHNIKA PROIZVODNJE DUHANA.....	8
3.1. Uzgoj presadnica duhana u hidroponima.....	8
3.2. Uzgoj duhana u polju	9
3.3. Uzgoj duhana u plodoredu.....	10
4. AGREKOLOŠKI UVJETI UZGOJA DUHANA	12
4.1. Odnos duhana prema temperaturi	12
4.2. Odnos duhana prema svjetlu	12
4.3. Odnos duhana prema tlu	13
4.4. Odnos duhana prema vodi	13
5. NAVODNЈAVANJE DUHANA	15
5.1. Sustavi za navodnjavanje.....	16
5.2. Kvaliteta vode za navodnjavanje	19
5.3. Brzina upijanja vode u tlu i pravilna raspodjela vode kod navodnjavanja	20
6. ZAKLJUČAK.....	21
7. POPIS LITERATURE.....	22

1. UVOD

Prinos i kakvoća duhana će ovisiti o genetskom potencijalu, okolišnim čimbenicima te agrotehnici (Kurt i Kinay, 2021.). Duhan je biljka koja je tolerantna na sušu te u pravilu daje kvalitetnije urode pri nedostatku vode nego u uvjetima prekomjerne količine vode. Prema Moore i Sumner (2012.) navodnjavanje duhana prekomjernom kao i premalom količinom vode može dovesti do pada uroda i kvalitete. Tijekom sušnoga razdoblja, održavanjem sadržaja vode u tlu na razini do 100 % poljskoga vodnoga kapaciteta (PVK) se postižu su stabilniji i kvalitetniji urodi duhana. Korijen duhana je osjetljiv na prekomjeran sadržaj vode u tlu (saturirano tlo) pa bi trebalo izbjegavati navodnjavanje duhana količinom vode koja je iznad potrebe biljke, odnosno vrijednosti evapotranspiracije kulture (ET_c). U takovim uvjetima, osim što se oštećuje korijen dolazi do smanjene kvalitete lišća, ispiranja hraniva u dublje slojeve tla te smanjenja prinosa jer hraniva odlaze izvan zone korijenovog sustava. Ispirana hraniva onečišćuju okoliš, podzemne vode, te u konačnici dospijevaju u mora i oceane. Najizraženiji je problem u poljoprivrednoj proizvodnji na globalnoj razini je ispiranje nitrata. Onečišćenje podzemnih voda uslijed ispiranja nitrata (NO₃⁻) se javlja u mnogim zemljama svijeta 70-tih godina prošloga stoljeća (Roy i sur., 2007.). Kaiser i sur. (2010.) su istraživali kako dušična gnojidba u proizvodnji duhana utječe na sadržaj NO₃⁻ u zoni korijenovog sustava te ispiranje u dublje slojeve tla u različitim sustavima obrade tla. Autori navode kako sustav obrade tla nije značajno utjecao na količinu NO₃⁻, međutim, ističu negativne posljedice po okoliš u smislu isprane količine NO₃⁻.

Moore i Sumner (2012.) navode kako se navodnjavanjem duhana poboljšavaju kemijska i fizikalna svojstva lista, on naime poprima svjetliju boju, lišće je tanje i smanjenog sadržaja ulja, ukupnih alkaloida i dušika, povećava sadržaj šećera u listu te smanjuje sadržaj nikotina. Autori također navode kako se navodnjavanjem tijekom sušnih razdoblja prema u uvjetima navodnjavanja urodi duhana rastu za 15 % te postižu za 10 % višu cijenu u odnosu na nenavodnjavani duhan. Povećanje uroda rezultat je povećane mase korijenovog sustava koji proizvodi veće listove i više stabljike s nešto više razmaknutim listovima te većim brojem listova.

Prema podacima UNESCO-a (2021.), danas se u svijetu trenutačno navodnjava 275 000 000 ha ili oko 20 % obradivih površina, a na njima se proizvodi oko 40 % svjetske hrane i poljoprivrednih sirovina. Eurostat (2016.) navodi zemlje s najvećim udjelom navodnjavanih

površina. Na području Europe, najveće površine pod navodnjavanjem su u Francuskoj (27,6 miliona ha), Španjolskoj (24,9 miliona ha), Poljskoj (14,8 miliona ha), Rumunjskoj (13,9 miliona ha), te Italiji (12,7 miliona ha). Republika Hrvatska se po udjelu navodnjavanih površina nalazi pri dnu ljestvice. Prema posljednje objavljenim podacima iz 2017. godine, u Republici Hrvatskoj je 29 681 ha opremljeno sustavima za navodnjavanje dok za površine na kojima je navodnjavan duhan nema dostupnih podataka (FAO, 2021.). Beljo i sur. (1999.) navode kako je upotrebna vrijednost duhana određena genetskim svojstvima sorte, prirodnim uvjetima proizvodnje i tehnologijom uzgoja te da u proizvodnji Virginijskog tipa duhana u Hrvatskoj i pored značajnog unapređenja tehnologije, dio proizvođača još uvijek uzgaja duhan na ekstenzivan način. Autori su istraživali utjecaj intenzivnog i ekstenzivnog sustava uzgoja s i bez navodnjavanja na urod i kvalitetu duhana. U rezultatima istraživanja autori navode 40 % viši urod duhana u intenzivnoj proizvodnji s navodnjavanjem u odnosu na kontrolni tretman. Cijena proizvoda na spomenutom tretmanu bila je za 46 % viša u odnosu na kontrolni tretman.

Završni rad obuhvaća uopćen prikaz tehnologije uzgoja duhana kao i morfoloških osobina biljke duhana. Posebna važnost pridodana je potrebi duhana za vodom, navodnjavanju duhana te pozitivnim i negativnim učincima navodnjavanja.

2. DUHAN (*Nicotiana tabacum* L.)

Duhan (slika 1.) pripada carstvu Plantae, diviziji Magnoliophyta, razredu Manoliopsida, redu Solanales, porodici Solanaceae, rodu *Nicotiana* i vrsti *Nicotiana tabacum*. Izrazito je polimorfna kultura (s velikim brojem tipova) koja se uzgaja u gotovo cijelome svijetu. Finalni produkti duhana su cigareta, cigara, mješavina za lule, duhan za žvakanje i duhan za ušmrkavanje. U Republici Hrvatskoj uzgaja se duhan tipa virginia (flue-cured) i burley (air-cured). Vrlo je intenzivna ratarska odnosno industrijska kultura koja ima važnu ulogu u našoj poljoprivredi, a samim time i u gospodarstvu kao cjelini. Uzgoju duhana u našoj zemlji pogoduju ekološki uvjeti. Duhan je najrasprostranjenija nejestiva kulturna biljka na svijetu koju su stare američke civilizacije 2 000 godina pr. Krista počele iskorištavati za pušenje. Nakon otkrića Amerike duhan se rasprostranio po čitavom svijetu. Sušeno, sortirano i fermentirano lišće duhana koristi se za izradu cigareta i raznih duhanskih proizvoda.



Slika 1. Biljka duhana (Izvor: www.bioweb.uwlax.edu)

Stav prema duhanu, njegovoj korisnosti i štetnosti oduvijek je bio dvojak. Neki su držali da je duhan sveta, ukrasna i mirisna ljekovita biljka, a drugi da je to vražji korov, otrovan i štetan. U listu duhana moguće je pronaći više od 4 000 kemijskih sastojaka, a ovisnost stvara alkaloid nikotin koji djeluje umirujuće u manjoj količini. U većoj količini nikotin je otrovan, pa ne čudi da pušači obolijevaju od raznog niza bolesti. U plućima pušača može se nakupiti 5 do 6 kg smole. Isto tako neosporna je važnost duhana za privredu svake zemlje kao i njegova agrotehnička važnost.

2.1. Proizvodnja duhana u svijetu i u Republici Hrvatskoj

U svijetu se danas uzgaja duhan u 100-tinjak država, a 80 % ukupne svjetske proizvodnje duhana čine najveći proizvođači pod koje podrazumijevamo Kinu, Indiju, Brazil, SAD, Tursku, Zimbabve i Malavi (tablica 1.). Od toga 35 % otpada samo na Kinu koja je najveći svjetski proizvođač duhana. Shahbandeh (2021.) navodi kako je u 2019. godini u Kini proizvedeno 2,61 milijuna tona duhana. U tablici 1 prikazane su površine, prinosi i proizvodnja duhana po kontinentima u 2019. godini.

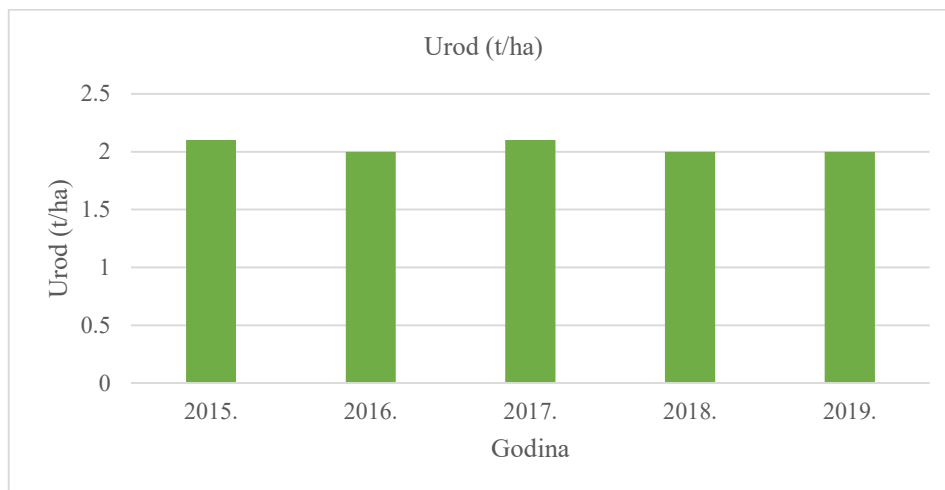
Tablica 1. Najznačajniji svjetski proizvođači duhana (FAO, 2019.)

Zemlja	Površina (ha)	Prinos (t/ha)	Proizvodnja (t)
Kina	1 003 746	2,2	2 242 177
Brazil	356 477	2,1	762 266
Indija	749 907	1,8	417 754
Sjedinjene Američke Države	241 870	2,1	117 940

Što se tiče Europske unije, Europska komisija (2021.) navodi pad proizvodnje duhana u razdoblju od 1991. (400 000 t) do 2018. (140 000 t, 66 000 ha). Isti autor navodi kako je duhan trenutačno uzgajan u dvanaest država članica Europske unije (EU), a glavni proizvođači duhana su Italija, Španjolska, Poljska, Grčka, Hrvatska, Francuska, Mađarska i Bugarska, čija proizvodnja zajedno čini 99 % proizvodnje duhana u EU-u, a prosječan prinos je 1 do 3 t/ha. Duhan tipa virginia sušen zračnim tokom čini 71 % proizvodnje, duhan tipa burley, svijetli zračno sušen, čini 16 %, duhan orijentalnog tipa sušen na suncu čini 7 %, a preostale sorte (tamni zračno sušen i sušen na dimu) čine 6 %.

U Hrvatskoj je 2004. godine duhan uzgajan na oko 5 394 ha, s proizvodnjom od 10 200 t duhana, a prosječan prinos iznosio je 1 890 kg/ha (Butorac, 2009.). Gagro (1998.) navodi kako Hrvatska ima povoljne uvjete za proizvodnju tipa virginia i burleya u području Podravine, a u području jadranske obale i Hercegovini ima uvjeta za proizvodnju orijentalnog tipa duhana. Proizvodnja duhana u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2015. do 2019. godine je prikazana grafikonom 1. Urod duhana bio je u rasponu od 2 t/ha (2016.,

2018. i 2019. godine) do 2,1 t/ha (2015.). U spomenutom razdoblju u Republici Hrvatskoj proizvedeno je 8 792 t duhana u prosjeku na 4 300 ha (DZS, 2020.).



Grafikon 1. Proizvodnja duhana u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2015. do 2019. godine

2.2. Morfološka svojstva duhana

2.2.1. Korijen duhana

Duhan ima dvovrstan korijen. Glavni vretenasti korijen formira se prvi, a on nakon presađivanja u polje puca. Tada ulogu glavnog korijena preuzima plitko postrano korijenje. Korijen duhana (slika 2.) se može u širinu rasprostirati do 1 m, a moć upijanja vode mu je osrednja.



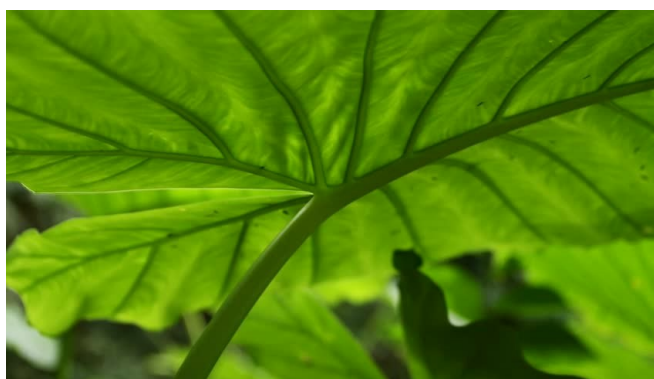
Slika 2. Korijen duhana (Izvor: www.d.lib.ncsu.edu)

2.2.2. *Stabljika duhana*

Stabljiku duhana nazivamo i *struk*. Ona je zeljasta, podijeljena na nodije i internodije, a o sorti ovisi koliko će dug biti internodij. Stabljika može narasti od 0,5 do 3 m visine. Visina stabljike mjeri se od baze do vrha biljke koja je procvjetala. Duhan može imati više vrsta habitusa, a to su: valjkasti, elipsoidni, konusni, dvostruko konusni i obrnuto konusni habitus. Kada je iz pazušca svakoga lista odstranjen cvatni vrh, na tom mjestu mogu izbijati postrane grane (zaperci), a to je štetna pojava. Cilj je selekcionirati niže kultivare s kraćim internodijima i većim brojem listova, a bez zaperaka u vrijeme zriobe lista.

2.2.3. *List duhana*

List (slika 3.) duhana po obliku može biti eliptičan, okrugao, kopljast, ovalan i obrnuto ovalan. Na biljci se formira 10 do 40 listova. Postoji najpovoljniji oblik za svaku vrstu duhana. Na stabljici duhana listovi su naizmjenično smješteni. Oblici, veličine i boje listova ovise o kultivaru i tipu duhana. Prema veličini duhan može biti krupnolisni i sitnolisni. Drugačiji je kemijski sastav dugog i uskog lista. Baza lista zna biti okrugla, eliptična, sroljka, s obraslom drškom ili s izraženim ušima. Vrh lista može biti lagano zaobljen, izdužen i vrlo zašiljen, s dugim vrhom, malim zašiljenim vrhom, te s tupim vrhom. Lisna površina zna biti naborana, ravna, valovita, smežurana i klobučasta. List može biti obješen, vodoravan, savijen, kos i uspravan. Boja lista varira od žutozelene do modrozeleno. Srednja žila je zelena, žuta ili bjeličasta. Nervatura lista može biti vrlo gruba do nježna. Listovi su zbog različite kvalitete podijeljeni u insercije (skupine): podbir (10 %), nadpodbir (15 %), srednji listovi (45 %), podvršak (20 %) i ovršak (10 %).



Slika 3. List duhana (Izvor: www.shutterstock.com)

U poprečnom presjeku list duhana građen je od provodnih žila, epiderme koja obavija list, te mezofila. Kutikulu koja je prekrivena dlačicama tvore zadebljale stijenke vanjskih stanica. Razlikuju se dlačice su za transpiraciju i žljezdaste dlačice (razgranate i nerazgranate). Poželjno je da list ima što veći broj žljezdastih dlačica jer je onda kvalitetniji zbog sadržaja smole i eteričnih ulja.

2.2.4. Cvijet duhana

Cvijet duhana prikazan je na slici 4. Cvjetovi duhana pojavljuju se na biljci pojedinačno, a mogu i biti skupljeni u cvat (štitač). Cvjetovi su građeni od pet međusobno sraslih lapova, pet latica, pet prašnika i tučka. Latice mogu biti bijele, žute, zelenkaste, ružičaste, crvene i purpurne. Duhan je samooplodna biljka.



Slika 4. Cvijet duhana (izvor: www.pinova.hr/)

2.2.5. Plod i sjeme duhana

Plod duhana je tobolac koji varira od vrlo uskog do ovalnog. Pregrađen je u dva dijela, a puca kada sazrije. Sjeme je sitno, okruglo i smeđe. Za proizvodnju duhana bitna nam je kvaliteta sjemena, a krupnije sjeme brže klija. Od sjemenki duhana se pravi ulje.

3. AGROTEHNIKA PROIZVODNJE DUHANA

3.1. Uzgoj presadnica duhana u hidroponima

Duhanske presadnice su se u Hrvatskoj tradicionalno uzgajale u gredicama natkrivenim polietilenskom folijom. Butorac (2009.) navodi da je nedostatak takve proizvodnje potreba za velikom površinom gredica, velika potreba ljudskog rada, prerastanje presadnica, neujednačenost presadnica i oštećenje korijena presadnica, loše primanje presadnica nakon sadnje u poje i neujednačen usjev za berbu listova, što rezultira nižim prinosom i posebno lošijom kvalitetom lista. Većina presadnica duhana u Hrvatskoj se danas proizvodi u polistirenskim kontejnerima (pliticama), na površini hranjive otopine (float system) u plastenicima. Brojna istraživanja prikazuju prednosti navedenog sustava u proizvodnji presadnica duhana (Leal, 2001., Jiye i Haiping, 2004., Bu i sur., 2008.). To je alternativni postupak uzgoja duhanskih presadnica bez metilbromida. Reed (2009.) navodi prednosti uzgoja presadnica duhana u plasteniku: manje ljudskog rada, mogućnost kontrole proizvodnih uvjeta (manji utjecaj vremenskih prilika u odnosu na proizvodnju presadnica na otvorenome), kontrola hraniva, te ujednačenost proizvodnje. Nadalje, ova tehnologija je ekološki prihvatljiva radi smanjene količine utrošenih zaštitnih sredstava i hraniva (Gruda i sur., 2018.).

Za proizvodnju presadnica koriste se plastenici u obliku tunela prekriveni polietilenskom folijom izgrađeni na mjestima gdje se što bolje mogu iskoristiti svjetlost i toplina. U tunelu se nalazi bazen, a dno bazena prekriveno je crnom folijom unutar kojega se nalazi voda kojoj su dodana mineralna hraniva i fungicidi. Bazen je dubok najmanje 15 cm. Polistirenske plitice pune se supstratom i u njih se sije pilirano sjeme. Posebna pozornost se pridodaje higijenskim uvjetima kako bi se spriječio razvoj i širenje bolesti. U tu svrhu se predlažu slijedeće preventivne mjere: dezinfekcija prostora okolo i unutar staklenika ili plastenika, postavljanje dezinfekcijske barijere za djelatnike, te dezinfekcija materijala i uređaja koji se koriste unutar zaštićenog prostora.

Plastenik treba redovito prozračivati, te se tijekom proizvodnje u njemu mora održavati povoljna relativna vlaga zraka. Optimalna temperatura zraka u plasteniku je između 22 i 24 °C, a noću se ne bi smjela spustiti ispod 15 °C. Obavezna mjera njege presadnica duhana jest

podrezivanje (šišanje) presadnica koje se vrši kosilicom, a biljke se obično šišaju tri do četiri puta tijekom uzgoja (slika 9.).



Slika 5. Podrezivanje presadnica duhana u hidroponima

(izvor: www.jatrgovac.com)

3.2. Uzgoj duhana u polju

Duhan je jara kultura koja se u našim uvjetima presađuje na polje od 1. do 15. svibnja. Što je ranije posađen prinos je veći, a kvaliteta lista bolja. Najbolji predusjevi za duhan su strne žitarice. Sadnja duhana obavlja se ručno na manjim površinama, a na većim višerednim poluautomatskim sadilicama s hvataljkama. Suvremene sadilice imaju spremnike za vodu kako bi se biljkama odmah dala potrebna količina vode pri sadnji. Najbolja gustoća sklopa je 22 000 do 28 000 biljaka/ha. Pred sadnju treba formirati gredice i prorahliti ih rotokultivatorima. Gnojiva je najbolje primijeniti širom (jer je tada bolje primanje presadnica) ili u trake (radi manje fitotoksičnosti). Najbolje je gnojiti nakon oranja, a prije predstjetvene pripreme tla. U polju je bitno suzbijati korove, navodnjavati, otkidati cvat i zaperke, te se boriti protiv korova, štetnika i bolesti. Količina vode varira prema stanju vlage i teksturi tla. Branje duhana (slika 7.) višestruko se ponavlja zbog postupnog sazrijevanja listova. Berba počinje kada zreli listovi mijenjaju tamno zelenu boju u svijetložutu, a glavno rebro poprima bjelkastu boju i lako se otkidaju od stabljike. Prvo započinje berba donjih listova (podbir).

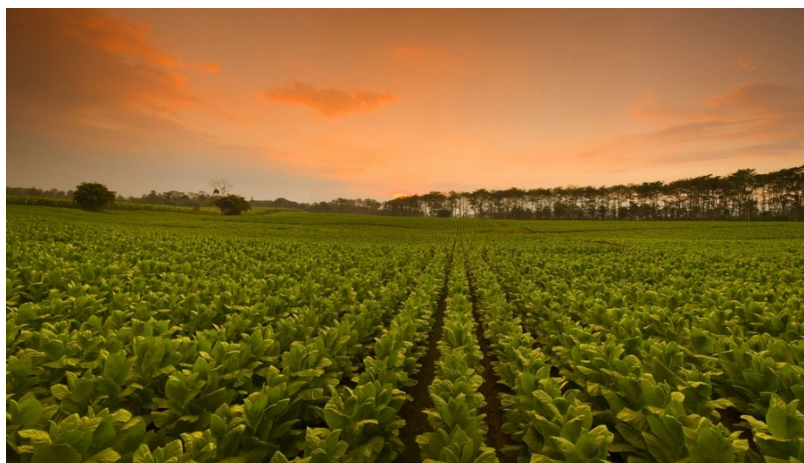


Slika 6. Branje duhana (izvor: www.il3.picdn.net)

3.3. Uzgoj duhana u plodoredu

Duhan uzgojem u plodoredu (slika 7.) dobiva visok i kvalitetan prirod. Kao predkulture koriste se leguminoze ili strne žitarice, ali samo ako nisu bile pojačano gnojene dušičnim gnojivima jer se tada usporava zrioba, vegetacija se produljuje, a listovi su lošije kvalitete i ostaju zeleni. Kao predkulture ne koriste se kulture iz iste porodice jer obično dijele bolesti i štetnike. Nažalost, duhan se najčešće uzgaja u monokulturi jer nedostaje odgovarajućih površina za njegovu proizvodnju. Duhan se ne bi trebao uzgajati u monokulturi, najprije radi sprječavanja pojave bolesti. Cilj plodoreda je uskratiti biljnim bolestima pogodan medij za hranjenje i umnožavanje. Na istu površinu duhan se treba saditi svakih 3 do 4 godine (Butorac, 2009.).

Gnojdbom se osiguravaju dovoljne količine hraniva u svrhu najvećih priroda i najbolje kakvoće duhana pri čemu makrohraniva imaju najvažniju ulogu, a sama gnojdba je najveće financijsko ulaganje. Najčešće su korištena mineralna gnojiva (u amonijskom obliku) i to formulacije s malo N, više P, a najviše K (NPK 7:14:12 i 5:20:30) dok se stajski gnoj koristi na lakim pjeskovitim i siromašnim tlima, 2 do 3 vagona/ha. Stajski gnoj povećava vodrživost, popravlja strukturu, obogaćuje tlo hranivima, mikroorganizmima i organskom tvari. Dobri rezultati se postižu i gnojdbom u trake, te startnom gnojdbom uz sadnju.



Slika 7. Plodored duhana

(izvor: www.c1.staticflickr.com)

Armentrout (2014.) je istraživao učinak reducirane NPK gnojidbe na urod i kvalitetu duhana. U rezultatima istraživanja navodi kako se jednaki urodi i kvaliteta duhana mogu postići primjenom manje količine gnojiva i drugačijom metodom gnojidbe. Utvrđene su statistički značajne razlike u prinosu i visini biljke duhana. Najviši prinos, visina biljke i kvaliteta ostvarena je na tretmanu gnojidbe u trake.

Farrokh i sur. (2012.) su proučavali utjecaj N i K gnojidbe na prinos i akumulaciju mineralnih tvari u biljci duhana. Proveli su dvogodišnje istraživanje sa slijedećim tretmanima gnojidbe: 35(N1), 45(N2), 55(N3) i 65 (N4) kg/ha čistog dušika (UREA), 150 (K1) i 200 (K2) kg/ha K_2SO_4 . Mjerili su masu suhoga lista, sadržaj N, P, K u stabljici i u listu, ukupan sadržaj N, P, K u biljci duhana. U rezultatima istraživanja autori navode značajan utjecaj varijeteta na istraživana svojstva. Utjecaj N gnojidbe bio je značajan za sadržaj N u stabljici, listu i biljci duhana. Interakcija kultivara i N gnojidbe bila je značajna za masu suhoga lista, sadržaj K u stabljici, sadržaj dušika u listu i ukupan sadržaj u biljci. Interakcija kultivara i K gnojidbe bila je značajna za masu suhog lista, sadržaj dušika u stabljici, sadržaj P u stabljici te sadržaj N i K u listu. Interakcija N i K bila je značajan za sadržaj P u stabljici i listu.

4. AGROEKOLOŠKI UVJETI UZGOJA DUHANA

Prema Butorac (2009.) biljka duhana u svom razvojnem ciklusu prolazi dvije osnovne etape, a to su proizvodnja presadnica od oko 60 dana te proizvodnja u polju koja traje oko 150 dana. Duljina vegetacije biljke duhana u polju u našim uvjetima je između 190 i 210 dana. U tom razdoblju zbroj temperatura treba iznositi 2 000 do 3 000 °C . Manji mraz dovodi do prekida rasta biljke duhana i njezinog umiranja.

4.1. Odnos duhana prema temperaturi

Duhan je kultura koja podnosi vrlo visoke temperature. Prvih tjedana nakon presađivanja biljke duhana u polje niske temperature pridonose ranijoj cvatnji s manjim brojem listova po biljci. Minimalna temperatura klijanja sjemena je 10 °C, a optimalna 25 °C. Za razvoj duhana optimalna dnevna temperatura je od 24 do 28 °C, a noćna od 18 do 21 °C. Uz dovoljnu opskrbu vodom viša temperatura povoljno utječe na rast i razvoj. U razdoblju formiranja nadzemne mase nepovoljne su niske temperature jer smanjuju kvalitetu duhana. Yang i sur. (2018.) su proučavali utjecaj temperature zraka na rast duhana. Prosječne dnevne temperature su bile 18,5, 23,5 i 28,5 °C. U rezultatima istraživanja autori navode kako su temperature zraka od 18,5 i 28,5 °C inhibirale rast listova duhana te da je temperatura zraka od 28,5 °C ubrzala cvatnju.

4.2. Odnos duhana prema svjetlu

Duhan je heliofitna biljka koja se uzgaja pri ograničenom osvjetljenju, a služi nam kao visokokvalitetna sirovina za izradu cigara. Postoje sorte kratkoga i dugog dana, te neutralne sorte. Butorac (2009.) navodi kako broj sati sijanja sunca u našim uzgojnim uvjetima iznosi od 1 600 do 1 850 u godini. U vegetaciji se broj sati sijanja sunca kreće između 1 100 i 1 200, što je dostatno za normalan razvoj i rast duhanova lista. Ovisno o insolaciji, cvatnja duhana može trajati i do 60 dana.

4.3. Odnos duhana prema tlu

Duhan zahtjeva neutralnu ili slabo kiselu reakciju tla. Previše pjeskovita tla ne mogu osigurati stabilan prinos zbog problema s opskrbom vodom (voda otječe brže i dolazi do ispiranja hraniva). Duhanu ne pogoduju teška glinasta tla zbog prevelike vlažnosti, slabe aeracije i nedovoljne topline. Kod strukturnih i plodnih tala puno je teže kontrolirati opskrbu dušikom, prinosi jesu veći, ali se narušava kvaliteta duhana. Takva tla pogodnija su za nove sorte Virginia tipa sa genetski manjim sadržajem nikotina i Burley tip duhana. Najpogodnija su ilovasto pjeskovita propusna tla ili pjeskovito ilovasta tla, tla koja slabo zadržavaju dušik. Istraživanje koje su proveli Lisuma i sur. (2020.) prikazuje kako tijekom proizvodnje duhana dolazi do iscrpljivanja tla makrohranivima. Primjenom NPK i KAN-a je pospješen rast biljaka te je zabilježen veći sadržaj nikotina u zoni rizosfere. Nadalje, autori navode kako je sadržaj Ca^{2+} povećan na pjeskovitom i ilovastom tlu, a sadržaj ukupnog dušika samo na ilovastom tlu. Sadržaj K, Ca, S, P, Mg i N u listu duhana je povećan na gnojenim tretmanima.

4.4. Odnos duhana prema vodi

Ovisno o fazama rasta, potrebe duhana za vodom su različite. Prema Butorac (2009.) najveće potrebe za vodom duhan ima u fazi intenzivnog rasta (srpanj), kada je potreba za oborinama svakih 7 do 10 dana (između 25 i 38 mm oborina). Kraće sušno razdoblje ne mora biti štetno za biljku. Štoviše, nakon presađivanja duhana u polje u uvjetima slabije suše, korijen se brže i dublje ukorjenjuje u tlo, što pomaže kasnijem razvoju biljke. Prema Collins i Hawks (1993.) kratko razdoblje zasušenja nije štetno nakon početnog porasta i kada biljke dosegnu visinu do koljena. Autori navode kako zasušenje u tom razdoblju poboljšava urod i kvalitetu duhana. Za vrijeme vegetacije duhana, količina oborina ne bi smjela biti ispod 250 mm. Tijekom uzgojnog razdoblja duhana relativna vlaga zraka bi trebala biti u rasponu od 73 do 80 %.

Tuča je velika opasnost za list duhana jer ga može potpuno uništiti, no duhan ima veliku sposobnost regeneracije (tjeranje zaperaka, koji imaju lošu kvalitetu lista). Duhan guše visoke stajace vode jer je kisik nedostupan korijenu uslijed velikog nagomilavanja slobodne vode u području korijena, pa biljke ne mogu uzimati vodu i održavati čvrstoću tkiva lista te stoga venu i u krajnjem slučaju uginu. O duljini trajanja poplavljenosti i visini

do koje podzemna voda zahvati korijenski sustav ovisi veličina oštećenja korijena. Stupanj i brzina oporavka od gušenja ovisi o zdravstvenom stanju usjeva, jačini oštećenja kao i o vremenskim prilikama nakon gušenja. Biljka ugiba ako je oštećen cijeli korijenski sustav. Oporavak može biti zadovoljavajući ako je oštećeno 20 do 25 % donjeg dijela korijena i ako nakon toga uslijede povoljne vremenske prilike.

S druge strane, u situaciji kada je zrak presuh i u kombinaciji s visokom temperaturom ima nepoželjan učinak na kvalitetu lista biljke duhana, pa bi navodnjavanje, osobito na pjeskovitim tlima, bilo vrlo korisna agrotehnička mjera.

Za nesmetan rast i razvoj duhana voda je jedan od najvažnijih čimbenika, pa ako u kritičnim fazama razvoja i rasta biljke nema dovoljno oborina, smanjen je prinos i sama kvaliteta duhana. Nedostatak te vode nadoknađuje se navodnjavanjem u obliku kišenja. Butorac (2009.) tvrdi da je metoda kišenja najpogodnija (za duhan zbog raznih izvora vode za navodnjavanje) jer se voda raspršuje u mnogo tankih mlazova, a količina vode može se dozirati, što je važno jer je duhan osjetljiv na višak vode. Moguće je odabrati broj navodnjavanja, a time smanjiti ispiranje hraniva iz tla.

Zahtjevi duhana za vodom će ovisiti o metodi uzgoja, odnosno uzgoju u polju na otvorenome ili u posudama. U rezultatima istraživanja kojega su proveli Peng i sur. (2015.) je navedeno kako je potreba duhana za vodom manja kod biljaka koje su uzgajane u posudama u odnosu na one koje su uzgajane u polju. Potreba duhana za vodom je bila u rasponu od 159 mm do 278,9 mm kod duhana koji je uzgajan u posudama te u rasponu od 241 mm do 441 mm kod duhana koji je uzgajan na otvorenome. Prosječna dnevna potreba za vodom je bila 1,9 mm/dan.

5. NAVODNJAVANJE DUHANA

Navodnjavani duhan imat će manje smole, dušika i ukupnih alkaloida, bit će tanjeg tkiva i svjetlije boje, a i većeg postotka reducirajućih šećera. Biljka će biti viša s više velikih listova za berbu. Slabije navodnjavanje nakon presađivanja u polje rezultirat će ranijim porastom, a presadnice će se bolje primiti. Smanjit će se podgorjelost donjih listova te uvelost gornjih, a biljka će biti otpornija na neke bolesti i štetnike i sušenje će biti lakše.

Beljo i sur. (1995.) analizirali su utjecaj količine i rasporeda oborine tijekom vegetacije duhana na sadržaj nikotina i prinos duhana u sjevernoj Hrvatskoj u razdoblju od 1983. do 1993. godine. Autori navode kako je sadržaj nikotina bio u negativnom odnosu s količinom oborine tijekom razdoblja vegetacije, a najveći utjecaj na sintezu i akumulaciju nikotina imaju oborine u razdoblju od polovice lipnja do polovice kolovoza s koeficijentom korelacije $r = -0,856$. Autori nadalje navode kako je odnos između oborina i uroda duhana linearan ($r = 0,753$) te da je negativna korelacija između uroda i sadržaja nikotina u listu duhana ($r = -0,695$).

Veći učinak navodnjavanje ima noću te u fazi ukorjenjivanja duhana, formiranja biljke i sazrijevanja listova. U polju se u fazi ukorjenjivanja duhana navodnjavanje ubrzava rast korijena i sliježe tlo oko njega. Listovi manje venu i ugibaju, a smanjuje se šok presađivanja. Voda je duhanu najpotrebnija tijekom srpnja u fazi formiranja biljke kada se navodnjava obično jedanput u tjednu sa 25 mm (ovisno o opskrbljenosti tla vodom). Duhan treba navodnjavati u vrijeme sazrijevanja listova samo ako je suša velika jer tada list bolje sazrijeva.

Preporuka je teža i zbijenija tla navodnjavati rjeđe s većom količinom vode, a pjeskovita tla češće i s manjim obrocima navodnjavanja. Butorac (2009.) navodi da se duhan u Hrvatskoj navodnjava kada sadržaj vode u tlu padne na vrijednost od 40 do 60 % PVK. Ako u 11 sati prije podne duhan ne pokazuje znakove venuća, u tlu vjerojatno ima dovoljno vlage i pa se smatra kako je navodnjavanje nepotrebno. U tablici 2. prikazan je sadržaj nikotina u biljci duhana u ovisnosti od vlažnosti tla.

Tablica 2. Utjecaj vlažnosti tla na sadržaj nikotina (Beljo i sur., 1995.)

VLAŽNOST TLA	NIKOTIN (%)
Nedovoljna	4,14
Odgovarajuća	2,23
Obilna	1,88

Voda za navodnjavanje bi trebala biti biološki i kemijski čista. Što se tiče kemijskih svojstava vode za navodnjavanje, zaslanjenost se promatra kao najvažnije svojstvo. Istraživanje provedeno u Italiji (1998. – 2002.) pokazuje kako zaslanjenost vode za navodnjavanje nije imalo značajan utjecaj na prinos i kakvoću (sadržaj alkaloida i Cl⁻) Barley duhana (Sifola, 2005.). EC (electrical conductivity) vrijednost vode za navodnjavanje je bila u rasponu od 0,5 dS m⁻¹ do 10 dS m⁻¹.

5.1. Sustavi za navodnjavanje

Tijekom vremena razvijene su različite metode navodnjavanja: površinsko navodnjavanje, podzemno navodnjavanje, navodnjavanje kišenjem i lokalizirano navodnjavanje. Unutar pojedinih metoda, razvili su se sustavi navodnjavanja koji se razlikuju u primjeni, tehnici i učinkovitosti. Prema Hawksu i Collinsu (1994.) pri proizvodnji duhana upotrebljavaju se različiti uređaji za kišenje, od malih prijenosnih do kružnih sustava s centralnim stožerom (central pivot), samohodni sektorski rasprskivač („Tifon“) i stabilne sustave. S „Tifon“ sustavom se navodnjava jedan dio polja ili cijelo polje (slika 10.). Sustav troši veću količinu vode u odnosu na druge sustave (npr. 80 % vode u odnosu na sustav s malim rasprskivačem.)



Slika 8. Navodnjavanje duhana „Tifonom“

(izvor: www.lprca.on.ca)

Nepokretni uređaji za navodnjavanje moraju imati dovoljno rasprskivača i cijevi kako bi se u potpunosti i ravnomjerno navodnjavala čitava proizvodna površina. Cijevi kojima se voda doprema do rasprskivača mogu biti aluminijske i plastične. Na slici 11. prikazan je sustav za navodnjavanje duhana pivot sustavom kišenja.



Slika 9. Navodnjavanje duhana pivot sustavom
(izvor: www.tldealers.com)

Iskustva pokazuju da navodnjavanje povećava prinose duhana za 1 500 kg/ha, donosi kvalitetniji duhan i višegodišnje sigurne prihode. Pored metode kišenja u praksi je duhan navodnjavan lokalizirano, sustavom „kap po kap“ (slika 12.). Spomenuti sustav zahtijeva veća početna ulaganja no radi velikog broja prednosti od kojih je možda najvažnije za izdvojiti uštedu vode, ova metoda je sve češća u praksi navodnjavanja.



Slika 10. Navodnjavanje duhana sustavom „kap po kap“
(izvor: www.ipipotash.org)

Opasnost vezana uz navodnjavanje duhana je kišno razdoblje odmah nakon samog navodnjavanja jer su tada veće štete od suviška vode, ali i gušenja i ispiranja hraniva kao

i smanjenja kvalitete i priroda. Ovo predstavlja problem jer većina ljetnih kiša dolazi popraćena olujama i pljuskovima koji su nepredvidivi. Stoga je od velike važnosti učestalo pratiti vremenske prognoze.

Moore (2006.) navodi kako je navodnjavanje duhana na području Georgije neizostavna mjera jer količine oborina tijekom kritičnih razdoblja za proizvodnju duhana nisu dovoljne. Navodnjavanje se na tom području provodi kao dopunska mjera u vremenu kada nema dovoljno oborina. Autor navodi kako prečesta navodnjavanja mogu imati negativne posljedice po urod i kvalitetu duhana jednako kao i nedostatak vode. Stoga je duhan potrebno navodnjavati kada i koliko je to potrebno. Nadalje autor tvrdi kako biljka duhana bolje podnosi razdoblja suše nego prekomjerne količine vode odnosno oborine zbog osjetljivosti korijenovog sustava.

Za vrijeme sušnih razdoblja urodi duhana rastu kada se navodnjavanjem sadržaj vode u tlu održava blizu 100% poljskog vodnog kapaciteta (PVK). Navodnjavanje prekomjernom količinom vode bi trebalo izbjegavati i zbog gušenja korijena i zbog ispiranja i gubitka hraniva. Iz tog razloga Reed i sur. (1994.) sugeriraju kako biljke duhana ne treba navodnjavati odmah nakon presađivanja osim ako su uzgajane u aridnim uvjetima i visokoj temperaturi zraka.

Navodnjavanje duhana tijekom sušnog razdoblja može dovesti do povoljnijeg razvoja lišća u odnosu na duhan uzgajan u stresu izazvan sušom. Uočena je bolja kvaliteta lišća u pogledu kemijskog sastava. Lišće navodnjavanog duhana je svijetlije boje, tanje te smanjenog sadržaja ulja i ukupnih alkaloida i ukupnog dušika u odnosu na duhan uzgajan s nedovoljnom količinom vode. U uvjetima dovoljne opskrbljenosti vodom list duhana sadrži više šećera, a smanjen sadržaj nikotina. Utjecaj količine i rasporeda oborina na urod duhana proučavali su Mulchi i sur. (1985.) i Martin (1987.).

Biglouei i sur. (2010.) proučavali su učinak navodnjavanja i vodnog stresa tijekom različitih faza razvoja duhana na kvalitetu i urod Virginia duhana. U istraživanju su koristili slijedeće tretmane: bez navodnjavanja, vodni stres do formiranja pupova, vodni stres do kraja faze cvatnje i navodnjavanje tijekom vegetacijskog razdoblja (kontrola). U rezultatima istraživanja autori navode značajan učinak vodnog stresa na urod i komponente uroda osim broj listova. Interakcija godine i tretmana bez navodnjavanja bila je značajna za sve godine, urod, sadržaj šećera i nikotina.

Pravilno provođenje agrotehničke mjere navodnjavanja obuhvaća pravilno određene elemente navodnjavanja. Obrok navodnjavanja je količina vode koja se dodaje u jednom navodnjavanju (mm), a turnus navodnjavanja je broj dana koji prođe između dva navodnjavanja. Guang i sur. (2019.) su proučavali utjecaj obroka i turnusa navodnjavanja na prinos i učinkovitost vode u navodnjavanju duhana sustavom „kap po kap“. Duhan su navodnjavali kod vrijednosti 100 % ETo, 85 % ETo i 70 % ETo. U rezultatima istraživanja autori navode kako su najviši prinosi duhana i najveća učinkovitost vode ostvareni u kišnoj godini kada je određena najmanja ETo. Nisu zabilježene statistički značajne razlike u prinosu duhana u odnosu na različite turnuse navodnjavanja.

Agrotehničku mjeru navodnjavanja je potrebno promatrati u odnosu na ostale mjere koje se provode kod uzgoja duhana. Kurt i Kinay (2021.) su proveli tročimbenični poljski pokus u kojem su istraživali utjecaj navodnjavanja, oblika dušičnog (N) gnojiva te vremena primjene gnojiva na prinos i kakvoću duhana. U rezultatima istraživanja autori navode najveći sadržaj nikotina u duhanu koji je gnojen amonijevim nitratom te navodnjavan kod vlažnosti tla od 33 % od PVK. Nadalje, autori navode smanjen sadržaj šećera kod tretmana s većim normama navodnjavanja i većom količinom N gnojiva.

5.2. Kvaliteta vode za navodnjavanje

Kod navodnjavanja duhana je najveća pozornost na sadržaju Cl⁻, posebice ako je duhan navodnjavan vodom iz javne vodovodne mreže koja je tretirana klorom. Uslijed navodnjavanja vodom nezadovoljavajuće kakvoće postoji mogućnost zaraze bolestima duhana iz izvora ili bazena s vodom, posebno tamnjenje stabljike te pojava i širenje drugih bolesti. Prema Hawksu i Collinsu (1994.) bolest se može prenijeti s jednog zaraženog nasada na drugi vodom za navodnjavanje, a problem nastaje ako se bolest prenosi na neotpornu sortu jer onda zaraza može uzrokovati velike gubitke. Što se nadzemnih dijelova tiče, nema podataka da se smeđa pjegavost može prenijeti preko vode za navodnjavanje. Međutim, duhan daje veću vlažnost na lisnoj površini i nježno lišće, a upravo to je jedan od preduvjeta za razvoj bolesti, pa tako ima opažanja da navodnjavani duhan može imati jači napad smeđe pjegavosti nego nenavodnjavani.

Hawks i Collins (1994.) tvrde da se kvaliteta duhana može umanjiti suvišnim količinama klora (Cl), pa je nepoželjno dodavati više od 30 kg Cl/ha duhana računajući sve izvore ovog elementa. Stoga je preporuka struke analizirati vodu prije navodnjavanja.

5.3. Brzina upijanja vode u tlo i pravilna raspodjela vode kod navodnjavanja

Brzina upijanje vode, odnosno infiltracija kod tala koja su pogodna za uzgoj duhana se kreće od 20 do 25 mm/sat kod pjeskovitih tala, do samo 5 mm na sat kod pjeskovito glinaste ilovače, a ponekad i manje. Na brzinu upijanja i cijeđenja vode mogu utjecati struktura tla, zbijenost tla, količina vode u tlu i vrsta usjeva.

Sustavi za navodnjavanje napravljeni su tako da u određenom vremenu daju određenu količinu vode, uz propisan raspored rasprskivača i ispravan tlak vode na mlaznicama. Prema Hawksu i Collinsu (1994.) većina uređaja je predviđena s učinkom od 80%, što bi značilo da su gubici od najviše 20% pri ispiranju, isparavanju vode prije dolaska na tlo i nejednoličnoj raspodjeli vode. U određivanju točnije raspodjele vode pomaže upotreba Pitotove cijevi i manometra za mjerenje protoka i tlaka. Ako tlu treba dodati 25 mm vode, a sustav za navodnjavanje izbacuje 6,3 mm vode na sat, to znači da uređaj mora raditi 5 sati pod uvjetom da mu je učinak 80 %.

6. ZAKLJUČAK

Navodnjavanje je važna agrotehnička mjera u proizvodnji kvalitetnog duhana, posebice u područjima gdje nema dovoljno oborine ili je ona nepovoljno raspoređena. U takvim uvjetima se navodnjavanjem nadoknađuje voda onda kada je to potrebno, odnosno u sušnim razdobljima. Prinos duhana će biti jednako snižen u uvjetima suše kao i u uvjetima prekomjernog navodnjavanja, stoga je vrlo važno pravilno odrediti elemente navodnjavanja duhana, prvenstveno obrok i turnus navodnjavanja. U pravilu će duhan dati bolje prinose i biti bolje kakvoće u sušnim uvjetima nego u uvjetima prekomjerne vlažnosti. Ipak u uvjetima navodnjavanja se postiže veća količina šećera te smanjen sadržaj nikotina i naravno povećan je prinos duhana.

7. POPIS LITERATURE

1. Armentrout J. (2014.): The Effects of Fertilizer on Burley Tobacco, *Nicotiana tabacum*. Masters of Science in Agriculture and Natural Resources Degree The University of Tennessee at Martin.
2. Beljo J., Bajtek M., Vukelić N. (1995.): Utjecaj količine i rasporeda oborina na sadržaj nikotina i prinos duhana tipa Berlej u uvjetima sjeverne Hrvatske. *Agronomski glasnik*, 1(2): 3-11.
3. Beljo J., Čavlek M., Budin T. (1999.): Effects of Different Growing Practices on Agronomic Properties and Usability of Flue-Cured Tobacco. *Agriculturae conspectus scientificus*, 64 (3): 179-185.
4. Biglouei M.H., Assimi M.H., Akbarzadeh A. (2010.): Effect of water stress at different growth stages on quantity and quality traits of Virginia (flue-cured) tobacco type. *Plant soil environment*, 56 (2): 67-75.
5. Bu Y., Tang B., Geng S., Li, Q., Zhou, R. (2008.): Technology development and procedure of tobacco seedling production in sand floating system. *Chinese Tobacco Science*, 1.
6. Butorac J. (2009.): *Duhan*. Zagreb: Kugler.
7. Collins W.K., Hawks S.N. (1993.): *Principles of Flue-cured Tobacco Production*. North Carolina State University Publication, 298.
8. Državni zavod za statistiku, DZS (2020.): *Biljna proizvodnja*. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2020/SI-1655.pdf (06. 09. 2021.)
9. Europska komisija (2021.): *Duhan*. https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/tobacco_hr (06. 09. 2021.)
10. Eurostat (2016.): *Irrigable and irrigated areas*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_irrigation#Analysis_at_EU_and_country_level (06. 09. 2021.)
11. Food and agricultural organisation, FAO (2019.): *World tobacco production by country*. <https://www.atlasbig.com/en-gb/countries-by-tobacco-production> (06. 09. 2021.)

12. Food and agricultural organisation, FAO (2021.): AQUASTAT.
<http://www.fao.org/aquastat/statistics/query/results.html> (06. 09. 2021.)
13. Farrokh A. R., Azzov I., Farrokh A., Esfahani M., Rangbar Choubeh M, Kavooosi M. (2012.): The Effect of Nitrogen and Potassium Fertilizer on Yield and Mineral Accumulation in Flue-Cured Tobacco. *Journal of Agricultural Science*, 4 (2): 167 – 178.
14. Gagro M. (1998.): *Ratarstvo obiteljskoga gospodarstva – Industrijsko i krmno bilje*, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
15. Gruda N., Savvas D., Colla, G., Roupheal Y. (2018.): Impacts of genetic material and current technologies on product quality of selected greenhouse vegetables - A review. *European Journal of Horticultural Science*, 83: 319–328.
16. Guang J, Shao X, Miao Q, Yang X, Gao C, Ding F, Yuan Y. (2019.): Effects of Irrigation Amount and Irrigation Frequency on Flue-Cured Tobacco Evapotranspiration and Water Use Efficiency Based on Three-Year Field Drip-Irrigated Experiments. *Agronomy*, 9(10): 624.
17. Hawks Jr. S. N., Collins W. K. (1994.). *Načela proizvodnje Virginijskog duhana*. Zagreb: Ceres.
18. Jiye Q., Haiping Z. (2004.): Seeding production with float system of flue-cured tobacco. *J. Lis. Teach. College* 2.
19. Kaiser D.R., Reinert D.J., Reichert J.S., Streck C.A., Pellegrini A. (2010): Nitrate and ammonium in soil solution in tobacco management systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34: 379-387.
20. Kurt D., Kinay A. (2021.): Effects of irrigation, nitrogen forms and topping on sun cured tobacco. *Industrial Crops and Products*, 162: 113276.
21. Leal R.S. (2001.): The use of Confidor® S in the float, a new tobacco seedling production system in the south of Brazil. *Pflanzenschutz-Nachr. Bayer*, 54: 337-352.
22. Lisuma J., Mbega E., Ndakidemi P. (2020.): Influence of Tobacco Plant on Macronutrient Levels in Sandy Soils. *Agronomy*, 10(3): 418.
23. Martin K. H. (1987.): Beregung von Tabak in einem Jahre Mitueberhoehen Niederschlaegen im Mai und Juni. *Deutsche Tabakbau*, 67: 4-5.

24. Moore J.M. (2006.): Irrigation Tobacco.
<http://caes2.caes.uga.edu/commodities/fieldcrops/tobacco/guide/documents/6%20Irrigation.pdf> (19. 08. 2017.)
25. Moore J. M., Sumner P. E. (2012.): Irrigating Tobacco. UGA Extension Bulletin 892, 1-7.
26. Mulchy C.L., McKee C.G., Moyer W.J., Street O.S. (1987.): The relationship of estimated yield and chemical contents of Maryland tobacco and seasonal rainfall. *Tob. Sci.* 31: 8-12.
27. Reed T.D. (2009.): Float Greenhouse Tobacco: Transplant Production Guide. Publication, 436-051, 1-11.
28. Peng S.Z., Gao X.L., Yang S.H., Yang J., Zhang H.X. (2015.): Water requirement pattern for tobacco and its response to water deficit in Guizhou Province. *Water Science and Engineering*, 8(2): 96-101.
29. Reed T.D., Gooden D., Smith D. (1994.): Tobacco Irrigation. North Carolina State University. Cooperative Extension Service, No. DRO-20.
30. Roy S., Speed C., Bennie J., Swift R., Wallace P. (2007.): Identifying the significant factors that influence temporal and spatial trends in nitrate concentrations in the Dorset and Hampshire Basin Chalk aquifer of Southern England. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 40, 377-392.
31. Shahbandeh M. (2021.): Tobacco production worldwide 2019, by country. <https://www.statista.com/statistics/261173/leading-countries-in-tobacco-production/> (06. 09. 2021.)
32. Sifola M. (2005.): Quality characteristics of Burley tobacco irrigated with saline water. *Field crops research*, 92(1): 75-84.
33. UNESCO (2021.): World Water Assessment Programme. Dostupno na: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-24-irrigated-land/> (06. 09. 2021.)
34. Yang L.Y., Yang S.L., Li J.Y., Ma J.H., Pang T., Zou C.M., He B., Gong M. (2018.): Effects of different growth temperatures on growth, development, and plastid

pigments metabolism of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) plants. Botanical studies, 59(1): 5.

Internetske stranice:

<https://www.vecernji.hr/vijesti/duhan-ne-osjeca-susu-prinosi-uz-navodnjavanje-i-dvostruki-442960>

<http://pozeska-kronika.hr/gospodarstvo/item/1489-proizvodnja-duhana-uz-navodnjavanje.html>