

Procjena agronomskih i kemijskih svojstava duhana tipa burley pri prihrani mikrokapsulama s dušikom

Jelak, Larisa

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:591364>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-24**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



**PROCJENA AGRONOMSKIH
I KEMIJSKIH SVOJSTAVA DUHANA TIP
BURLEY PRI PRIHRANI MIKROKAPSULAMA S
DUŠIKOM**

DIPLOMSKI RAD

Larisa Jelak

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Biljne znanosti

**PROCJENA AGRONOMSKIH
I KEMIJSKIH SVOJSTAVA DUHANA TIP
BURLEY PRI PRIHRANI MIKROKAPSULAMA S
DUŠIKOM**

DIPLOMSKI RAD

Larisa Jelak

Mentor:
prof. dr. sc. Jasminka Butorac

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Larisa Jelak**, JMBAG 1003113714, rođena 12.06.1995. u Koprivnici, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

PROCJENA AGRONOMSKIH I KEMIJSKIH SVOJSTAVA DUHANA TIP BURLEY PRI PRIHRANI MIKROKAPSULAMA S DUŠIKOM

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Larise Jelak**, JMBAG 1003113714, naslova

PROCJENA AGRONOMSKIH I KEMIJSKIH SVOJSTAVA DUHANA TIPA BURLEY PRI PRIHRANI MIKROKAPSULAMA S DUŠIKOM

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. prof. dr. sc. Jasminka Butorac mentor

2. izv. prof. dr. sc. Marko Vinceković član

3. doc. dr. sc. Luna Maslov Bandić član

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj istraživanja	2
2. Pregled literature	3
2.1. Prihrana duhana dušikom	4
2.2. Mikrokapsule s dušikom	6
3. Stanišni čimbenici	8
3.1. Tlo	8
3.2. Vremenske prilike tijekom istraživanja	9
4. Materijali i metode	12
4.1. Plan pokusa	12
4.2. Priprema mikrokapsula	13
4.3. Agrotehnika	14
4.4. Istraživana svojstva	18
4.5. Princip metode mjerenja nikotina kod duhana	20
4.6. Statistička obrada podataka	26
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA	27
5.1. Prinos lista duhana	27
5.2. Kvaliteta duhana	28
5.3. Ukupan broj listova	29
5.4. Broj ubranih listova	30
5.5. Dužina 9. lista	30
5.6. Širina 9. lista	31
5.7. Visina biljke nakon zalamanja	32
5.8. Početak cvatnje	32
5.9. Sadržaj nikotina	33
6. ZAKLJUČAK	35
7. LITERATURA	37

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Larise Jelak**, naslova

PROCJENA AGRONOMSKIH I KEMIJSKIH SVOJSTAVA DUHANA TIP BURLEY PRI PRIHRANI MIKROKAPSULAMA S DUŠIKOM

Na Pokušalištu Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta u Maksimiru tijekom 2019. godine postavljen je gnojidbeni pokus s duhanom tipa burley. Pokus je postavljen prema metodi slučajnog bloknog rasporeda u četiri ponavljanja. Provedena je standardna agrotehnika za duhan tipa burley izuzev prihrane dušikom. U prihranjivanju je dodan dušik u pet različitih varijanti: 1. Kontrola 100 kg/ha KAN-a, 2. 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula, 3. 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula, 4. 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom, 5. 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom. Sadnja je izvršena ručno 24. svibnja 2019. s F1 hibridom BH 4. Na uzorku od 10 biljaka tijekom vegetacije određen je broj listova, dužina i širina 9. lista, visina biljke nakon zalamanja, a na cijeloj parceli početak cvatnje. Listovi su ručno ubrani u osam berbi i osušeni na zraku u hladu. Nakon sušenja određen je prinos (kg/ha) i duhan je klasiran u VI klasa. Od kemijskih spojeva određen je sadržaj nikotina u suhim srednjim listovima duhana. Na osnovi provedene statističke analize varijance utvrđene su signifikantne razlike u prinosu i udjelu VI klase duhana. Signifikantno najveći prinos imala je kontrola, u iznosu od 2 796,93 kg/ha. Najveći zbroj udjela najkvalitetnijih klasa (I, II, III) imale su kontrola (52,26%) i varijanta prihrane s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom (52,28%). Najduži 9. list (51,50 cm) i visinu biljke nakon zalamanja (107,33 cm) imala je kontrola.

Ključne riječi: duhan, burley, prihrana dušikom, mikrokapsule

Summary

Of the master's thesis – student **Larisa Jelak**, entitled

THE EFFECT OF NITROGEN TOP-DRESSING WITH MICROCAPSULES ON AGRONOMIC AND CHEMICAL PROPERTIES OF BURLEY TOBACCO

During the year 2018, an experiment on the effects of nitrogen top-dressing was conducted with Burley tobacco on the Maksimir experimental field at the Faculty of Agriculture, University of Zagreb. The experiment was set up according to the RCBD in four replications. Standard agrotechnical for Burley tobacco were implemented, except for the top-dressing. Nitrogen is added to the top-dressing in five different variants: 1. Control of 100 kg/ha of KAN; 2. 90 kg/ha of KAN + 10 kg/ha of microcapsules; 3. 80 kg/ha of KAN + 20 kg/ha of microcapsules; 4. 90 kg/ha of KAN + 10 kg/ha of microcapsules with chitosan and 5. 80 kg/ha of KAN + 20 kg/ha of microcapsules with chitosan. Planting was done manually on May 24, 2019, with F1 hybrid BH 4. The number of leaves, the length and width of the 9th leaf, the height of the plant after topping, were determined on a sample of 10 plants during the vegetation, and on the whole plot days to flowering. The leaves were hand-picked in 8 harvests and air-dried in the shade. After drying, the yield (kg/ha) was determined and the tobacco is classified into six classes. From chemical compounds, the content of nicotine was determined in the dry middle leaves of tobacco. The conducted statistical analysis of variance showed significant differences in tobacco yield and the shares of sixth-class. The significantly highest yield (2 796,93 kg/ha) was recorded in the control variant. The largest sum of shares of the highest quality classes (I, II, III) was recorded in the control variant (52,26%) and the variant of 90 kg/ha KAN + 10 kg/ha of microcapsules with chitosan (52,28%). The longest 9th leaf (51,50 cm) and plant height after topping (107,33 cm) were recorded in the control variant.

Keywords: tobacco, Burley, nitrogen top-dressing, microcapsules

1. Uvod

Duhan (*Nicotiana tabacum* L.) pripada carstvu *Plantae*, diviziji *Magnoliophyta*, razredu *Magnoliopsida*, redu *Solanales*, porodici *Solanaceae*, rodu *Nicotiana* i vrsti *tabacum* (Butorac, 2009). Po porijeklu je suptropska biljka čiji su poseban okus i aroma bili poznati u Centralnoj Americi još prije nove ere, točnije pretpostavlja se da ova vrsta potječe iz područja sjeverne Argentine i sjeverozapadne Bolivije. Nakon otkrića Amerike, kada su američki domoroci donijeli Kristoforu Kolumbu razne plodove, koplja i "posebno suho lišće" s osebujnim miomirisom, duhan se proširio po cijelom svijetu i postao najrasprostranjenija nejestiva uzgajana biljka (Hawks i Collins, 1994). Vrlo je prilagodljiva polimorfna vrsta koja se uzgaja od Švedske na 60° sjeverne geografske širine do Novog Zelanda na 45° južne geografske širine.

Niti jedna druga biljka na svijetu nije podigla toliku "prašinu" i učinila toliko jak utjecaj na društveni, ekonomski i politički život svih država svijeta, imala toliko broj oduševljenih i strastvenih uživalaca i marljivih širitelja i u isto vrijeme toliko ogorčenih neprijatelja i progonitelja (Berket i sur., 1985). Povijesno gledano duhan je bio američka uzgojna kultura, a danas se uzgaja širom svijeta. Najveći proizvođači duhana u svijetu su Kina s preko 2,2 mil tona godišnje, a slijede je Brazil, Indija, SAD, Indonezija, Zimbabve i Zambia (FAO, 2018).

Duhan je jednogodišnja zeljasta biljka, čiji glavni proizvod je list, koji sadrži preko 4 000 različitih kemijskih spojeva koji putem duhanskog dima djeluju na organizam pušača fiziološki, narkotično, toksično, kancerogeno i kumulativno. Duhan je toliko kompleksna biljka da se čak s iste biljke može dobiti duhan različitih svojstava i uporabne vrijednosti ovisno o položaju lista na stabljici. Listovi sazrijevaju od dna stabljike prema vrhu a može se formirati od 10-ak do 40-ak naizmjeničnih listova koji su podijeljeni u branja ili insercije od kojih su najkvalitetniji srednji listovi i podovršak (Butorac, 2009).

Različita su tumačenja i definicije kvalitete, općenito kvaliteta je skup obilježja neke tvari koji je čine manje ili više pogodnom za određenu namjenu, odnosno ravnoteža bitnih svojstava koji zadovoljavaju posebnu skupinu potrošača u danom vremenu i prostoru. Kvaliteta duhana se ocjenjuje kroz organoleptička, analitička i pušačka svojstva suhog duhanskog lista. Organoleptička procjena temelji se na kombinaciji vidljivih obilježja poput položaja lista na stabljici, boje i veličine lista, elastičnosti, lomljivosti, teksture i sadržajnosti. Posljednju riječ u određivanju kvalitete ima pušač kao krajnji potrošač koji ocjenjuje okus, aromu i jačinu duhana te na kraju harmoničnost kao ukupni dojam što ga cigareta ostavlja pri pušenju.

Prinos i kvaliteta duhanskog lista ovise o vanjskim čimbenicima, tlu na kojem se uzgaja, sorti, načinu uzgoja, sušenju ali i o primijenjenoj agrotehnici, gdje je optimalna gnojidba dušikom osnovni preduvjet za postizanje visokih prinosa i kvalitete. Dušik je najviše istražen kemijski element za gnojidbu duhana te uz molekulu nikotina, čiji je sastavni dio, ima najizrazitiji utjecaj na duhan od bilo kojeg drugog hranjivog elementa (Butorac, 2009).

Poželjan cilj u današnjoj modernoj poljoprivredi i uzgoju duhana je poboljšanje usvajanja hranjiva, posebice dušika (proizvodnja biomase po jedinici dušika u biljnom tkivu) što se može postići odabirom visokoprinosnih sorata s učinkovitim iskorištenjem gnojiva koje je aplicirano u optimalnoj količini, u pravo vrijeme, u pravom kemijskom obliku, uz što nižu cijenu za postizanje što većeg prinosa i kvalitete. Dušik u tlu mora biti unutar poprilično uskih granica jer suvišne ili nedostatne količine mogu povisiti ili smanjiti prinos, odnosno kvalitetu duhanskog lista. Bitno je da su količine dušika u tlu pristupačne tijekom ranih stadija rasta biljke i brzo nestanu u kasnijim stupnjevima razvoja (nakon otkidanja cvata) da bi duhan bio dobre kvalitete (Hawks i Collins, 1994).

Burley je drugi tip duhana po važnosti u Hrvatskoj, a u svijetu najvažniji duhan koji se suši na zraku u zasjenjenom području, odnosno air-cured duhan. U našim krajevima duhan se počeo uzgajati u 16. stoljeću, a 1954. godine u Hrvatskoj počinje uzgoj duhana tipa burley. Burley je defektan tip duhana zbog manjeg sadržaja klorofila što se u konačnici pokazalo kao prednost. Slučajno ga je otkrio farmer George Webb kada je u svom rasadu duhana primijetio strukove s klorotičnom bojom lista. Mислеći da su biljke bolesne, počupao ih je iz lijeva i iduće godine opet posijao originalno sjeme te primijetio istu pojavu. Nakon toga je takve sadnice posadio zasebno. Odrasle biljke imale su normalan rast ali im je osušeno lišće bilo žućkastocrvene boje, lako poput pljeve, vrlo porozno s još jače izraženim svojstvima Burleya. Sastavni je dio mješavina za blend cigarete koje se umjetno sosiraju i aromatiziraju, a sadržajniji i teži listovi upotrebljavaju se kao mješavine za lule i duhan za žvakanje radi visoke moći upijanja različitih zaslađivača i sredstva za aromatiziranje, jer može upiti 40-50% sosova u odnosu na vlastitu težinu (Butorac 2009, Devčić, 1975; Hawks i Collins, 1994).

1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog diplomskog rada je procijeniti utjecaj prihrane mikrokapsulama s dušikom na agronomska i kemijska svojstva duhana tipa Burley.

2. Pregled literature

Opća svrha gnojidbenog programa za air-cured duhan tipa burley je opskrba tog usjeva dovoljnom količinom raznih vrsta hranjiva u najdjelotvornijem obliku, u najpoželjnije vrijeme, na najpogodnijem mjestu i na najbolji način, uz što nižu cijenu, za postizanje što višeg prinosa i kvalitete. Kod odlučivanja o količinama hranjiva koja će se dodati, trebamo uzeti u obzir količinu hranjiva koju duhan uzima iz tla. Uzimanje hranjiva ovisi o količinama koje su dostupne duhanu, načinu uzgoja, klimatskim i drugim uvjetima koje utječu na rast i razvoj duhana (Hawks i Collins, 1994). Optimalna gnojidba duhana osnovni je preduvjet za postizanje visokih prinosa i kvalitete (Butorac, 2009).

Biljci je potrebno 17 mineralnih elemenata da bi preživjela i dosegla zrelost i optimalan potencijal (The University of Tennessee at Martin, 2014). Dušik, kalij i fosfor su glavni makronutrijenti koji su potrebni biljkama i na čiju količinu je potrebno obratiti najviše pažnje tijekom uzgoja duhana. Bez odgovarajućih analiza tla proizvođači mogu pregnajiti ili podgnajiti usjev, a to oboje smanjuje prinos i kvalitetu duhanskog lista. Prekomjerna gnojidba dušikom može uzrokovati gubitak dušika ispiranjem kroz tlo. Prekomjerne količine kalija i fosfora se ne mogu izgubiti ispiranjem ali prekomjerna gnojidba navedenim elementima može uzrokovati brojne probleme u određenim fazama razvoja duhana. Ostali mikronutrijenti kao što su kalcij, magnezij, sumpor, bor, cink, željezo, bakar, molibden i mangan također su neophodni i igraju ključnu ulogu u rastu duhana ali potrebni su u manjim količinama. Daju boju duhanu i pomažu u metabolizmu hranjivih sastojaka (The University of Tennessee at Martin, 2014).

Gnojenje duhana povijesno se izvodilo ručno stavljanjem gnojiva neposredno kraj biljke, danas se takav način gnojiva primjenjuje pomoću traktora opremljenih potrebnom opremom, čime se smanjuje trošak. Primjena direktno kraj biljke smanjuje prekomjerno širenje hraniva koje gnojenje raspršivanjem može imati. Obično se aplikacija vrši 12 cm od reda i 4-5 cm u dubinu. Tako biljci omogućujemo da se ukorijeni prije nego što joj korijenje dobije gnojivo. Jedini nedostatak gnojenja u trake je taj što je radno zahtjevniji. Suprotno tome, gnojenje širom zahtjeva manje vremena i truda. Međutim, neki dijelovi polja mogu dobiti više a neki manje gnojiva, dok postoji određena količina gnojiva koja se širi na površine koje nisu zasađene, čime se automatski bilježi porast troškova. Također, može se prekomjerno povećati koncentracija soli u tlu i smanjiti pH tla ako se pretjera. U istraživanju The University of Tennessee at Martin iz 2014. godine nije moguće sa sigurnošću utrditi da li je niži prinos duhana gnojenog širom rezultat postupka primjene gnojiva ili niže količine dušika. No, metoda gnojidbe u trake dala je višu stabiljiku i veće prinose. Važno je napomenuti da više biljke duhana ne moraju nužno značiti veće prinose ili kvalitetu (The University of Tennessee at Martin, 2014).

2.1. Prihrana duhana dušikom

Prinos duhana tipa burley od 2,5 do 3 tone osušenog lišća iznosi iz tla više od 90 kg/ha dušika, 15 kg/ha fosfata i 110 kg/ha kalija. Dušik je najviše istražen kemijski element za gnojidbu duhana, stoga se i preporučuju različite količine dušika ovisno gdje je provedeno istraživanje. U prosjeku se preporučuje 70 - 115 kg/ha dušika (The University of Tennessee at Martin, 2014).

Dušik je vrlo važan kemijski element koji koriste sve biljke, a dolazi u raznim oblicima i biljke ga uzimaju na više načina. Postoji u višestrukim oksidacijskim stanjima i kemijskim oblicima. Glavni i većinski oblik dušika je plin dušik koji čini 78% atmosfere, a da bi ga viši organizmi mogli koristiti prvo ga mikroorganizmi moraju fiksirati. Dušik postoji u reduciranom obliku u organizmu biljke, zatim brzo putem nitrifikacije prelazi u nitrate (NO_3^-) nakon stanične smrti i lize. Zatim se nitrat denitrificira do plina dušika završavajući dušični ciklus. Može doći i u drugim oblicima, primjerice kao amonijak (NH_3) i urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) (The University of Tennessee at Martin, 2014). Prekomjerna gnojidba dušikom zagađuje podzemne i površinske vode radi ispiranja dušika. Također, u lišću se može nakupiti previše nitrata koji negativno utječu na kvalitetu lista duhana tipa burley, prilikom sušenja možemo naići na svijetlo obojeni duhan i masne stabljike, a biljka je u polju pretjerano osjetljiva na bolesti. No jedan od bitnijih problema koji nastaju prekomjernom gnojidbom dušikom je velik financijski gubitak, čiji uzrok nije samo prekomjeran trošak na hranjiva, već i lošija kvaliteta konačnog proizvoda (The University of Tennessee at Martin, 2014).

Povećanje opskrbljenosti tla dušikom, od nedostatka do suviška, smanjuje debljinu i punoću tkiva, a povećava veličinu lista. Daljnje povećanje dušika rezultira formiranjem tanjih i lakših listova, i obratno. Zrioba se odgađa i veća je vjerojatnost pojave smeđe pjegavosti. Za ispravnu zriobu bitno je da se dostupne količine dušika iscrpe u tlu nakon otkidanja cvata duhana i da je biljci na raspolaganju tijekom ranih faza rasta i razvoja. Dušik je sastavni dio molekule nikotina. Smanjuje sadržaj šećera. Prekomjerna gnojidba uzrokuje obilnije stvaranje zaperaka, jače opadanje i u konačnici lomljenje lista (Hawks i Collins, 1994).

Višak dušika može imati negativan učinak na kvalitetu usjeva i vode. Kako bi se smanjio taj rizik potrebno je točno definirati količinu gnojiva dušikom što nije jednostavno s obzirom na činjenicu da određeni dio dušika usjev uzima iz tla mineralizacijom organske tvari. Prema istraživanjima Barchettia i sur. (2006) količina gnojiva dušikom je pozitivno i značajno utjecala na prinose osušenih listova, dok se istovremeno odgađa zrioba (prosječno 0,25 dana za svaki suvišni 1 kg gnojiva). Ravnoteža ukupnog dušika pokazala je bitno smanjenje zaliha organskog dušika i povećanje razine anorganskog dušika tijekom faze rasta usjeva. Pretpostavlja se da su te sve promjene, budući da su proporcionalne količini dušičnih gnojiva, pojava pozitivnog "priming učinka".

Velik dio istraživanja Borgesa i sur. (2012) odnosi se na određivanje optimalne količine gnojiva temeljene na razlici između potreba usjeva i sposobnosti tla da osigura hranjivo, odnosu između kritičnog postotka dušika i biomase. Istraživanje se vršilo na duhanu tipa

virginia i burley. Dušična gnojiva imaju odlučujući utjecaj na prinos i kvalitetu duhana. Prinos, sadržaj dušika i nikotina i kvaliteta lista važne su karakteristike prilikom rasta duhana. Količina dušičnih gnojiva je ključna za postizanje optimalne koncentracije nikotina u osušenim listovima dok raspored primjene dušika nema značajan učinak.

Zbog svoje velike površine listova, simptomi nedostatka pojedinih hranjiva na duhanu su bolje uočljivi i istaknutiji nego na mnogim drugim poljoprivrednim kulturama, ali čekanje da se u usjevu pojave simptomi nedostatka nekog hranjiva prije primjene gnojiva, smanjit će vjerojatnost pozitivnog odgovora na primjenjivano gnojivo (David Reed i sur., 2012).

U slučaju nedostatka dušika cijela biljka poprima svijetlo zelenu boju, nakon čega slijedi žućenje i opadanje donjih listova. Što je biljka bliže berbi, sve više poprima žutu boju i mnogi listovi se mogu izgubiti. Takav duhan je uvijek niskog prinosa i kvalitete. Burley je tip duhana koja ima veliku potrebu za dušikom, no unatoč tome treba biti oprezan da se usjev ne pregnoji. Dušik u velikoj mjeri utječe na prinos duhana, a često se primjećuje da uzgajivači u svojim usjevima koriste više dušika no što je zapravo potrebno, takav duhan se može razlikovati po pretjerano tamno - zelenoj boji. Duhan s visokom razinom dušika je teško pravilno osušiti, a konačan list je grub i taman te ima previsok sadržaj nikotina koji nije poželjan za proizvodnju cigareta. Količina dušika koja se daje duhanu mora se pažljivo odrediti ako se želi održati nikotin na optimalnoj razini. Budući da je nikotin spoj koji sadrži dušik očekuje se da će taj sastojak biti prisutan u duhanskom listu u izravnom omjeru u odnosu na količinu dušika koja je dostupna biljci.

Nichols i sur. (1958) navode da je povećanje opskrbe dušikom povećalo sadržaj nikotina i kalcija a smanjilo sadržaj fosfora i kalija u osušenom listu duhana. Rezultati su pokazali da je 10 tona stajskog gnoja povećalo prinos za 505 kg/ha, udio kalija u duhanu ali dalo je i previše klora koji se smatra nepoželjnim sastojkom za cigaretni duhan.

Sabokrow i sur. (2011) navode kako količina od 55 kg/ha dušičnog gnojiva utječe na kvantitetu duhana, a 65 kg/ha na kvalitetu, dok optimalno korištenje vodnih resursa poboljšava kvalitativna i kvantitativna svojstva biljke duhana.

Prema Mustapić i sur. (1992) količina dodanog dušikom u našim klimatskim uvjetima ne bi trebala prelaziti 150 kg/ha. Dušik je poželjno dodati u dva navrata, a prihrana se obično provodi od dva do tri tjedna nakon sadnje u gredice.

Prema Rathboneu (2008) količina dušika od 224 kg/ha potrebna je za najbolji prinos duhana. Količina dodanog gnojiva i genetski potencijal kultivara zajedno djeluju na vrijeme dozrijevanja duhanskog lista.

Fuqua i sur. (1976) u svojim istraživanjima na duhanu tipa burley navode da je povećanje količine gnojidbe dušikom rezultiralo povećanjem koncentracije nitrata i ukupnog dušika u listovima te smanjenjem koncentracije klora. dok se povećanjem količine dodanog klora smanjivala koncentracija nitrata (224 kg/ha klora smanjilo je koncentraciju nitrata za 25%).

Prema Foomany i sur. (2012) u istraživanjima usporedbe između količine dušičnih gnojiva, također je dokazano da količina od 55 kg/ha dušika djeluje na kvantitativna, a količina od 65 kg/ha dušika na kvalitativna svojstva duhana, dok optimalno iskorištenje vodnih resursa može poboljšati oba svojstva duhana.

U našim klimatskim uvjetima bitna su istraživanja Devčića (1975) koji je važnost dušika utvrdio povećanjem količine dušika u gnojidbi KAN-om od 0 do 150 kg/ha. Dobio je linearno povećanje prinosa te značajne razlike između svih količina dušika.

2.2. Mikrokapsule s dušikom

Inkapsulacija aktivnih komponenata nova je tehnologija u poljoprivrednoj proizvodnji tako da se još uvijek istražuje učinak mikrokapsula na rast i razvoj biljaka kod kojih se primjenjuje (Slika 2.2.1.). Mikrokapsule se počinju koristiti kod primjene gnojiva radi poboljšanja otpuštanja, odnosno dužeg učinka gnojidbe i smanjenja broja potrebnih tretmana, odnosno prohoda preko parcele što korijenu omogućuje bolje uvijete za rast i razvoj (Vinceković i sur., 2016) a poljoprivrednim proizvođačima manje rada u polju te samim time niže troškove proizvodnje. (Oxley, 2015) Primjena mikrokapsula je sigurna i vrlo jednostavna za korištenje, te se ovisno o veličini mikročestica može odrediti željena brzina otpuštanja. Veća sigurnost za korisnika i bolja zaštita okoliša čini ih potencijalnim alatom za ekološki i održiv način uzgoja biljke (Vinceković i sur., 2017).

Za izradu mikrokapsula važno je koristiti biorazgradive polimere (Bedek, 2018.). Osim što su netoksični i prihvatljive cijene, biopolimeri se nalaze u dovoljnim količinama u prirodi. Najviše se koriste polisaharidi kitozan i alginat, dobiveni iz ljuski rakova ili poljoprivrednih sirovina (Racovića i sur., 2009). Imaju vrlo dobru sposobnost formiranja mikrokapsula ionskim geliranjem (svojstvo geliranja polisaharida u vodenim otopinama uz prisustvo dvovalentnih i trovalentnih iona). Metodom inkapsulacije se dobivaju mikročestice, a to je proces kojim se čvrsti, tekući ili plinoviti aktivni sastojci imobiliziraju u matrikse ili jezgre, koje kontrolirano otpuštaju aktivne sastojke (Gallo i Corbo, 2010).



Slika 2.2.1. Mikro kapsule s dušikom

3. Stanišni čimbenici

3.1. Tlo

Lokacija Zagreb - Maksimir 2019.

Tlo pokusnog polja Maksimir je eutrično smeđe, antropogenizirano tlo, na slabo zamočvarenoj ilovači. Po teksturnoj oznaci je praškasta ilovača (Tablica 3.1.1.) koja je karakteristična po visokom sadržaju frakcija praha zbog čega je tlo sklono stvaranju pokorice (Pospišil, 1990).

Tablica 3.1.1. Mehanički sastav tla

Dubina tla (cm)	Mehanički sastav tla % čestica - 0 mm					Teksturna oznaka
	2 - 0,2	0,2 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,002	< 0,002	
0 - 20	18,7	9,7	38,4	29,8	3,4	Prašasta ilovača
20 - 60	18,5	10,5	34,4	28,0	8,6	Prašasta ilovača

Izvor: Pospišil, M. (1990)

U Tablici 3.1.2. prikazan je porozitet, kapacitet tla za vodu i zrak i gustoća pakiranja u oraničnom i podoraničnom sloju tla. S vrijednošću poroziteta od 41,4 vol.% za oranični i 41,5 vol.% za podoranični sloj, pripada slabo poroznim tlima. Kapacitet tla za vodu (Kv) iznosi 36,8 vol.% u oraničnom i 33,6 vol.% u podoraničnom sloju. Prema navedenim vrijednostima ovo tlo ima srednji i mali kapacitet tla za vodu. Kapacitet tla za zrak u oraničnom sloju iznosi 4,6 vol.%, a u podoraničnom sloju 7,9 vol.%, što je ispod optimalnih vrijednosti. Tlo je osrednje zbijeno (Pospišil, 1990).

Tablica 3.1.2. Porozitet, kapacitet tla za vodu i zrak, gustoća pakiranja

Dubina tla (cm)	Porozitet vol.%	Kapacitet za vol.%		Gustoća pakiranja stv (g/cm ³)
		Vodu	Zrak	
oranični	41,4	36,8	4,6	1,57
podoranični	41,5	33,6	7,9	1,59

Izvor: Pospišil, M. (1990)

Na temelju uzorka tla prikupljenog 5. studenog 2018. godine, provedene su analize za kemijska svojstva tla koje su prikazane u Tablici 3.1.3. Tlo pokusne površine je slabo kiselo (6,47 pH). Temeljem njihova sadržaja u mg/100 g tla, >40 za P₂O₅ i 25,5 za K₂O, vrlo je bogato opskrbljeno biljci pristupačnim fosforom i kalijem. Ukupni dušik po Woltmanu,

prema postotku sadržaja N u tlu iznosi 0,163%, što svrstava tlo u dobru opskrbljenost dušikom. Slabo je humozno sa sadržajem humusa od 1,9%.

Tablica 3.1.3. Kemijska svojstva tla

Tlo 0-30 cm	pH 1M KCl (1:2,5)	P ₂ O ₅ mg/100 g tla	K ₂ O mg/100 g tla	Humus (%)	TN (%ST)	N-NO ₃ mg/100g tla	N-NH ₄ mg/100g tla
Maksimir	6,47	>40	25,5	1,9	0,163	73,3	9,1

HRN ISO 11464:2004-priprema uzorka; HRN ISO 10390:2004 - određivanje pH: AL metoda (ekstrakcija s amonij-laktat-octenom kiselinom)- određivanje P₂O₅ i K₂O: modificirana HRN ISO 14235:2004 (metoda po Tjurin-u ili bikromatna metoda)- određivanje humusa; HRN ISO 13878:2004-određivanje ukupnog dušika; ekstrakcijom s 1 M KCl (1:10 w/v) spektrofotometrijski kadmijaska redukcija i Nessler - modificirana ISO/TS 14256-1:2003- određivanje NO₃, - N i NH₄-N

3.2. Vremenske prilike tijekom istraživanja

Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) u Tablici 3.2.1. prikazane su srednje temperature zraka, srednje minimalne i maksimalne temperature zraka za 2019. godinu te višegodišnji prosjek (1981. – 2010.) za meteorološku postaju Zagreb - Maksimir. Temperature izmjerene tijekom vegetacijske sezone duhana u 2019. godini pokazuju da je godina uglavnom bila toplija od višegodišnjeg prosjeka za to razdoblje, osim mjeseca svibnja, kada se obavlja sadnja duhana, temperature su bile za nepuna 3,0 °C niže od višegodišnjeg prosjeka. Duhana je biljka subtropskih krajeva i podnosi visoke temperature, ali je nešto osjetljivija na niske temperature, posebno u fazi ukorjenjivanja u svibnju kada niske temperature nepovoljno utječu na kvalitetu duhana i pridonose ranijoj cvatnji s manjim brojem listova po stabljici. U nastavku vegetacije u vrijeme formiranja nadzemne mase duhana temperature su bile više od višegodišnjeg prosjeka u lipnju za 4,2 °C, a u srpnju za 1,4 °C. U kolovozu su temperature bile veće za 2,7 °C, a u rujnu za 0,9 °C od višegodišnjeg prosjeka.

Tablica 3.2.1. Srednja, minimalna i maksimalna temperatura zraka za 2019. godinu, te višegodišnji prosjek (°C) za postaju Zagreb Maksimir

Mjesec	Srednja temperatura zraka (°C)	Srednja minimalna temperatura zraka (°C)	Srednja maksimalna temperatura zraka (°C)	Višegodišnji prosjek (°C) 1981.-2010.
Svibanj	13,7	9,6	18,3	16,5
Lipanj	23,8	17,5	29,4	19,6
Srpanj	22,9	17,2	29,2	21,5
Kolovoz	23,5	17,8	29,2	20,8
Rujan	17,2	12,5	23,5	16,3

Izvor: DHMZ (2019)

U tablici 3.2.2. prikazane su apsolutna minimalna i maksimalna temperatura zraka za 2019. godinu za meteorološku postaju Zagreb – Maksimir. Apsolutne minimalne temperature zraka mogu pasti ispod nule sve do svibnja, zato se duhan presađuje u polje u drugoj polovici svibnja. Iz podataka DHMZ-a zabilježene su i velike amplitude između apsolutnih minimalnih i apsolutnih maksimalnih temperatura tijekom vegetacije što također utječe na smanjenje prinosa i kvalitete lista duhana.

Tablica 3.2.2. Apsolutna minimalna i maksimalna temperatura zraka (°C) za 2019. godinu za postaju Zagreb Maksimir

Mjesec	Apsolutna minimalna temperatura zraka (°C)	Apsolutna maksimalna temperatura zraka (°C)
Svibanj	2,1	26,1
Lipanj	13,3	34,6
Srpanj	10,4	35,9
Kolovoz	12,2	34,5
Rujan	4,6	33,1

Izvor: DHMZ (2019)

U Tablici 3.2.3. prikazane su količine oborina za meteorološku postaju Zagreb – Maksimir za 2019. godinu te višegodišnji prosjek (1981.-2010.). Potrebe duhana za vodom su različite, ovisno o fazama rasta.

Duhan ne podnosi visoke stajaće vode koje ga guše tako da zrak, točnije kisik, nije dostupan korijenu. Najveće štete stajaća voda uzrokuje u vrijeme ukorjenjivanja biljaka, kada se duhan presađuje u polje, u to vrijeme u svibnju, palo je duplo više kiše od višegodišnjeg prosjeka za to područje, čak 157,7 mm. Da bi stanice održale tvrdoću i pravilan razvoj, široki duhanski listovi zahtijevaju značajnu količinu vode, a s druge strane duhan je osjetljiv na suvišak vode. Obilne kiše u početnim fazama rasta dovode do slabljena korijena biljke, što se vidi u kasnijim fazama rasta jer radi nedovoljnog unosa vode biljka trpi vodni stres. S obzirom na visoke apsolutne maksimalne temperature zraka (oko 35 °C) u lipnju i kolovozu, količine oborina manje od prosjeka (26,6 mm u lipnju i 49,5 mm u kolovozu), bile su nedostatne i negativno su djelovale na kvantitativan razvoj duhana

Najosjetljivija faza rasta duhana na dehidraciju je od 2 do 3 tjedna prije faze cvatnje, tj. od 50 do 65 dana nakon presađivanja u polje, u fazi intenzivnog rasta, što je u našim klimatskim uvjetima u srpnju kada mu je svakih 7 – 10 dana potrebno 25 - 38 mm oborina. Količine oborina od 76,8 mm (5,4 mm više od višegodišnjeg prosjeka) zadovoljile su potrebe za vodom u srpnju. U rujnu su srednje temperature zraka bile na razini višegodišnjeg prosjeka, ali količine oborina od 150,1 mm bile su daleko više od prosjeka i negativno su utjecale na zriobu. Duhan je primio najveće količine vode u najranijem i najkasnijem stadiju razvoja, kada ima najnižu evapotranspiraciju i potrebu za vodom.

Tablica 3.2.3. Mjesečna količina oborina za 2019. godinu, te višegodišnji prosjek (mm) za postaju Zagreb Maksimir

Mjesec	Mjesečna količina oborina (mm)	Višegodišnji prosjek (mm) 1981.-2010.
Svibanj	157,7	68,6
Lipanj	70,8	97,4
Srpanj	76,8	71,4
Kolovoz	56,7	96,2
Rujan	150,1	94,1

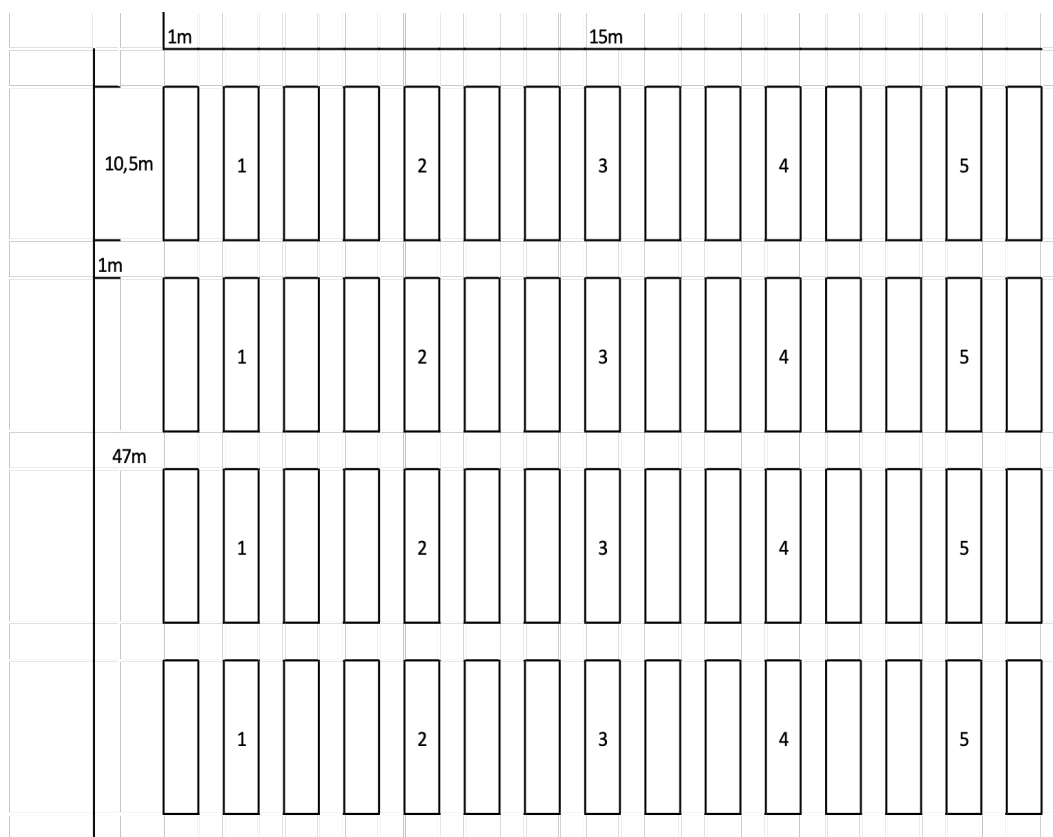
Izvor: DHMZ (2019)

4. Materijali i metode

4.1. Plan pokusa

Na Pokušalištu Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta u Maksimiru tijekom 2019. godine postavljen je gnojidbeni pokus s duhanom tipa burley. Pokus je postavljen prema metodi slučajnog bloknog rasporeda u četiri ponavljanja.

Veličina pokusne parcele iznosila je $10,5 \text{ m}^2$ ($10,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$), a razmak između parcela $1,0 \text{ m}$. S obje strane pokusne parcele nalazio se zaštitni pojas u širini od $1,0 \text{ m}$. Ukupna površina pokusa iznosila je 705 m^2 ($15,0 \text{ m} \times 47,0 \text{ m}$) (Slika 4.1.1.).



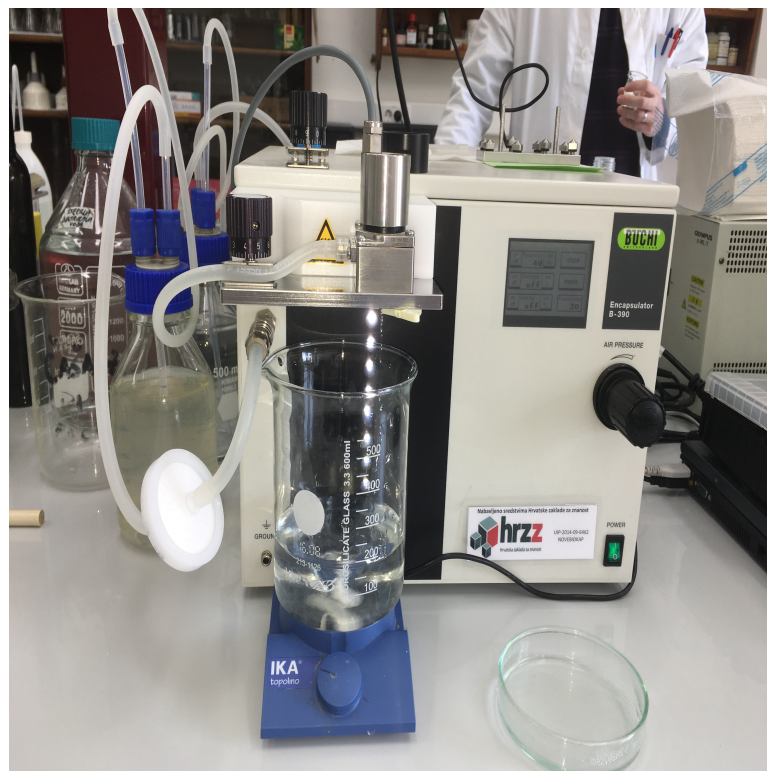
Slika 4.1.1. Plan pokusa

1. Kontrola 100 kg/ha KAN-a
2. 90 kg/ha KAN-a+10 kg/ha mikro kapsula
3. 80 kg/ha KAN-a+20 kg/ha mikro kapsula
4. 90 kg/ha KAN-a+10 kg/ha mikro kapsula s kitozanom
5. 80 kg/ha KAN-a+20 kg/ha mikro kapsula s kitozanom

4.2. Priprema mikrokapsula

U istraživanju su testirana djelovanja dvije vrste kapsula na duhanu. Kapsule koje su se koristile bile su: kapsule natrijevog alginata s kalcijevim nitrat 4-hidratom i kapsule natrijevog alginata s kalcijevim nitrat 4-hidratom sa slojem omotača od kitozana.

Mikrokapsule su pripremljene tehnikom ionskog geliranja. Izrada mikrokapsula se provodi dokapavanjem otopine nosača aktivne tvari, natrijevog alginata inkapsulatorom Büchi - Encapsulator B-390 (BÜCHI Labortechnik AG, Švicarska) u otopine kalcijevog nitrat 4-hidrata ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). Koncentracija natrijevog alginata je 1,5% (w/v). Otopina natrijevog alginata propušta se kroz mlaznicu veličine 1 mm pri frekvenciji vibracija od 40 Hz i tlaku od 35 mbar (Encapsulator Büchi-B390, BÜCHI Labortechnik AG, Švicarska). Za drugi tip mikrokapsula, 1250 g mikrokapsula miješa se jedan sat u 2,5 L otopine s 0,5% kitozana (Slika 4.2.1.).



Slika 4.2.1. Izrada mikrokapsula

4.3. Agrotehnika

U pripremi tla za sadnju duhana krajem prosinca 2018. godine izvršeno je oranje na dubinu od 30 cm. Otvorena brazda ostavljena je preko zime. U tlo je prije sadnje (15. svibnja, 2019.) na svim parcelama uneseno 500 kg/ha NPK gnojiva formulacije 0 - 5 - 30 (25 kg/ha fosfora i 150 kg/ha kalija). Pred samu sadnju, 20. svibnja 2019., obavljena je finalna obrada tla sjetvospremačem u jednom prohodu, te su 21. svibnja 2019. napravljene gredice za sadnju duhana, ili lijehe, visine 30 cm (Slika 4.3.1.)



Slika 4.3.1. Gredice za sadnju duhana

Sadnja duhana izvršena je ručno 24. svibnja 2019. godine rasadom dobivenim od Hrvatskih duhana d.d. F1 hibridom BH4 (Hrvatski duhani d.d. – Sortna lista Republike Hrvatske) (Slika 4.3.2.). Kultivar BH 4 ima cilindričan oblik biljke. Nakon zalamanja visina stabljike iznosi 140 cm. Na biljci se formira oko 25 širokih listova (tip 4) za berbu. Cvijet je ružičaste boje. Cvatnja započinje 65 dana nakon sadnje. Posjeduje visoki potencijal prinosa (oko 3 500 kg/ha) i zadovoljavajuću otpornost na PVY i polijeganje. Osušeni listovi imaju mahagonij do kestenjastosmeđu boju (Butorac, 2009).



Slika 4.3.2. F1 hibrid BH4
Autor: prof.dr.sc Jasminka Butorac

Svaki pokusni red bio je zastupljen s 22 biljke duhana (Slika 4.3.3.). Duhan je širokoredna kultura. Razmak između biljaka u redu iznosio je 50 cm (Slika 4.3.4.).

U prihranjivanju je dodan dušik u pet različitih varijanata:

2. Kontrola 100 kg/ha KAN-a,
3. 90 kg/ha KAN-a+10 kg/ha mikrokapsula,
4. 80 kg/ha KAN-a+20 kg/ha mikrokapsula,
5. 90 kg/ha KAN-a+10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom,
6. 80 kg/ha KAN-a+20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom.



Slika 4.3.3. Posađeni pokus duhana

Autor: prof.dr.sc. Jasminka Butorac

Duhan je nekoliko puta tijekom vegetacije ručno okopavan (Slika 4.3.5.) i svaka biljka je individualno prilikom cvatnje ručno zalomljena na visini od 20. do 22. lista . Zaperci su odstranjeni ručno.



Slika 4.3.4. Prikaz sklopa biljaka duhana



Slika 4.3.5. Okopan nasad duhana

4.4. Istraživana svojstva

Na uzorku od 10 naizmjeničnih biljaka tijekom vegetacije, određen je broj listova, dužina i širina 9. lista, visina biljke nakon zalamanja, a na cijeloj parceli početak cvatnje.

Listovi su ručno ubrani u osam berbi (Slika 4.4.1.) (22. srpnja, 30. srpnja, 6. kolovoza, 12. kolovoza, 22. kolovoza, 5. rujna, 16. rujna i 27. rujna 2019. godine) (Slika 4.4.2.) i osušeni na zraku u hladu u sušari Agronomskog fakulteta (Slika 4.4.2.).

Nakon sušenja određen je prinos (kg/ha) i duhan je klasiran u šest klasa (28. kolovoza, 4. rujna, 12. rujna, 24. rujna, 24. listopada i 10. prosinca 2019., te 9. i 16. siječnja 2020. godine) (Slika 4.4.3.).



Slika 4.4.1. Duhan nakon berbe



Slika 4.4.2. Sušenje duhanskog lista



Slika 4.4.4. Klasiranje duhanskog lista

Autor: prof.dr.sc Jasminka Butorac

4.5. Princip metode mjerenja nikotina kod duhana

Od kemijskih spojeva određen je sadržaj nikotina u suhim srednjim listovima duhana CORESTA metodom. Metoda se temelji na reakciji vodenog ekstrakta duhana ili duhanskih proizvoda sa sulfanilnom kiselinom i cijanogen kloridom. Posljednji se generira *in situ* reakcijom kalijeva cijanida i kloramina T. Apsorbancija otopine mjeri se pri 460 nm. Masene koncentracije mjerljive ovom metodom iznose 0-1600 mg/L.

Priprema uzorka:

Uzorci osušenog duhana usitne se u mlincu (Slike 4.5.1. i 4.5.2.) te se odredi količina vlage (Slika 4.5.3.).



Slika 4.5.1. Mlinac

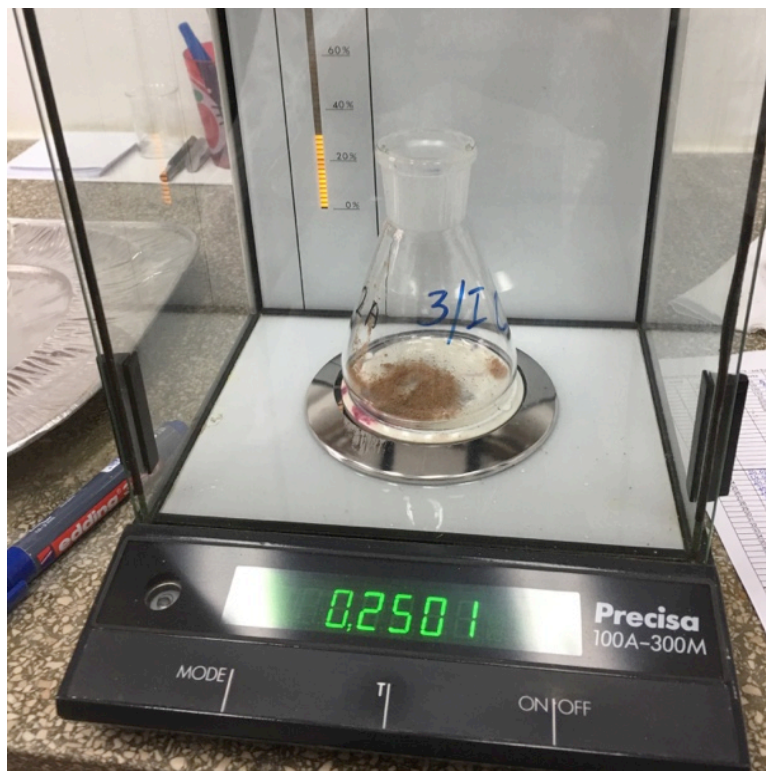


Slika 4.5.2. Usitnjeni uzorci osušenog duhanskog lista



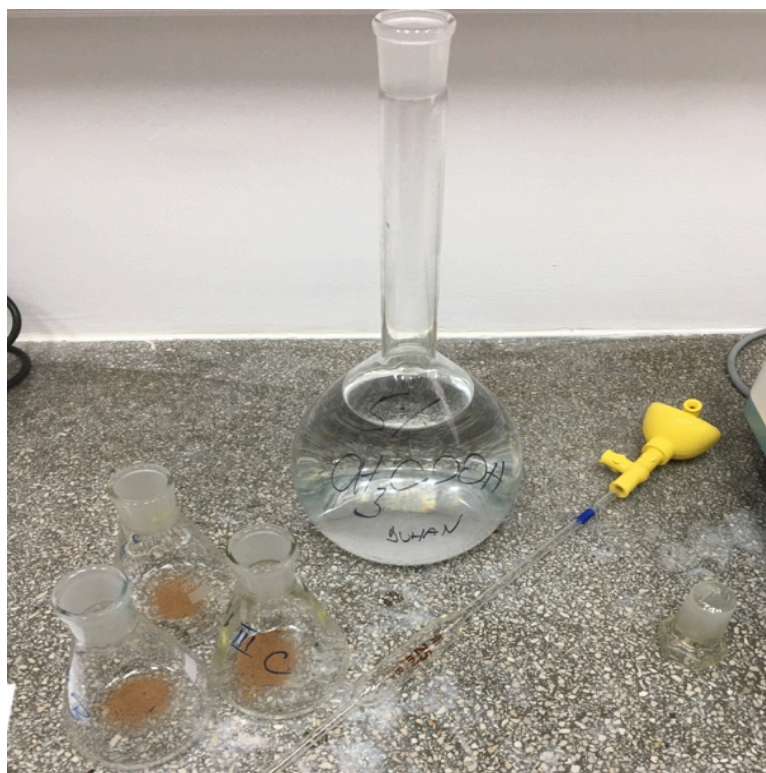
Slika 4.5.3. Određivanje vlage

Odvagne se 250 ± 10 mg uzorka, prebaci u Erlenmeyerovu tikvicu i zapiše masa s preciznošću od 0,0001 g (Slika 4.5.4.).



Slika 4.5.4. Vaganje mase uzorka

Doda se 25 mL octene kiseline (CH_3COOH) (5%) (Slika 4.5.5.) te se uzorci mješaju na tresilici 30 min (Slika 4.5.6.).



Slika 4.5.5. Dodavanje 5%-tne octene kiseline



Slika 4.5.6. Miješanje uzorka na tresilici

Nakon toga se uzorci filtriraju kroz Whaman N° 40 papir, odbaci se prvih 5 mL filtrata (Slika 4.5.7.) te se filtrati prenesu u odmjerne tikvice iz kojih će se kasnije određivati nikotin.



Slika 4.5.7. Filtriranje uzoraka

Potrebni reagensi:

Pufer A: pripravlja se otapanjem 2,35 g natrijeva klorida i 7,6 g natrijeva tetraborata dekahidrata u 400 mL deionizirane vode. Doda se 1 mL deterdženta Brij 35 i dopuni vodom do oznake (1 L)

Pufer B: pripravlja se otapanjem 65,5934 g dinatrijeva hidrogenfosfata dodekahidrata, 10,4 g limunske kiseline i 7,0 g sulfanilne kiseline u deioniziranoj vodi, zatim se doda 1 mL otopine Brij 35, promiješa i dopuni vodom do oznake (1 L). Po potrebi se filtrira.

Otopi se 10,70 g kloramin T trihidrata u 200 mL deionizirane vode, dopuni do oznake (500 mL) i filtrira po potrebi. Otopina se čuva u hladnjaku i stabilna je do tjedan dana.

Otopina za neutralizaciju A: Otopi se 1 g limunske kiseline i 10 g željezova (II) sulfata heptahidrata u deioniziranoj vodi te se dopuni do oznake (1 L)

Otopina za neutralizaciju B: Otopi se 10 g natrijeva karbonata u deioniziranoj vodi te se dopuni do oznake (1 L)

Otopina kalijevog cijanida: U dobro ventiliranom digestoru otopi se 2 g kalijeva cijanida u deioniziranoj vodi te se dopuni do oznake (500 mL). Čuvati dalje od svjetla.

Otopina za ekstrakciju je 5% octena kiselina.

Ishodna otopina nikotina: Odvagne se 1,3 g (0,0001 g) nikotin hidrogentartarata i otopi u 5% octenoj kiselini te se tikvica nadopuni do oznake kiselinom (250 mL). Ovako pripravljena otopina sadrži 1,6 mg/mL nikotina. Otopinu čuvati u hladnjaku, rok upotrebe do mjesec dana. Radni standardi pripremaju se po potrebi razrjeđivanjem u ekstrakcijskom mediju.

Postupak rada:

Uzorci se mjere pomoću Seal AACE autoanalyzer (Slike 4.5.8. i 4.5.9.).



Slika 4.5.8. Automatski analizator SEAL Analytical AA3



Slika 4.5.9. Protočni sustav automatskog analizatora SEAL Analytical AA3

Izračun:

Udio nikotina u masi vaganog biljnog materijala poznate vlažnosti računa se po formuli:

$$\% \text{ nikotina (uzorak)} = \frac{100\gamma Vu}{1000mu} \times \frac{100}{100-M}$$

Gdje je:

c – koncentracija nitrata dobivena iz kalibracijske krivulje, $\mu\text{g/mL}$

V – volumen ekstrakta

m – masa uzorka, mg

M – udio vlage u uzorku

4.6. Statistička obrada podataka

Dobiveni podaci obrađeni su analizom varijance.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

5.1. Prinos lista duhana

U Tablici 5.1.1. prikazan je prinos lista duhana (kg/ha) svih pet varijanti prihrane dušikom. Analizom varijance utvrđeno je da postoji statistički opravdana razlika za prinos lista duhana u odnosu na kontrolu. Kontrola prihranjena sa 100 kg/ha KAN-a i prinosom od 2 796,93 kg/ha, koji je ujedno i najveći od svih pet varijanti prihrane, jedina je imala signifikantno veći prinos od varijante prihrane s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom i prinosom od 2 506,57 kg/ha, koji je najmanji prinos od svih varijanti prihrane. Statistički opravdana razlika iznosi 290,36 kg/ha.

Varijanta s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom imala je prinos lista 2 572,71 kg/ha, što je za 224,22 kg/ha manje od kontrole. Kod varijante s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula prinos je iznosio 2 530,92 kg/ha, odnosno za 266,01 kg/ha manje od kontrole. Prihrana s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula dala je prinos duhanskog lista 2 527,94 kg/ha, za 268,99 kg/ha manje od kontrole.

BH 4 hibrid, koji je bio posađen u pokusu, ima maksimalni potencijal prinosa do 3 500 kg/ha, a u našim uvjetima on se kreće od 2 500 do 3 000 kg/ha. Prema tome, sve varijante prihrane nalaze se u donjim granicama navedenih vrijednosti za prinos, a razlog puno nižim prinosima od prosjeka su nepovoljni vremenski uvjeti koji su pratili duhan prvih nekoliko tjedana nakon presađivanja u polje. Osim kasne sadnje koja je bila 24. svibnja 2019. godine i puno nižih svibanjskih temperatura od višegodišnjeg prosjeka, došlo je i do ispiranja dušika radi velikih količina oborina pa prihrana nije imala nekog većeg učinka.

Na osnovi našeg istraživanja možemo reći da je za prinos od 2 500 kg/ha dovoljna količina od 100 kg/ha dušičnih gnojiva.

Tablica 5.1.1. Prinos lista duhan (kg/ha)

Varijanta prihrane dušikom	Prinos lista duhana (kg/ha)
Kontrola - (100 kg/ha) KAN-a	2 796,93
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula	2 527,94
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula	2 530,92
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	2 572,71
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	2 506,57
LSD 5%	290,36

5.2. Kvaliteta duhana

Tablica 5.2.1. prikazuje udio klasa listova duhana svih pet varijanti prihrane. Analizom varijance utvrđeno je da postoji signifikantna razlika od 5,41% samo u udjelu najnekvalitetnije, VI klase. U udjelima I, II, III, IV i V klase nije bilo statistički opravdanih razlika za prihranu dušikom.

Kontrola gnojena sa 100 kg/ha KAN-a se pokazala najboljom od svih pet varijanata prihrane jer ima najveće udjele od svih ostalih varijanata u I (2,77%) i III klasi (34,77%), odnosno najkvalitetnijim klasama duhana, a najmanji udio od svih ostalih u najlošijoj, VI klasi (4,71%).

Prihrana s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom pokazala se kao bolja varijanta prihrane koja ima relativno visoke postotke u udjelima osušenog lista duhana u prve tri, najkvalitetnije klase. Ima najveći udio od svih varijanata u II klasi koji iznosi 17,72%. I klasa ima 1,97%, a III 32,59%. Ali također ima i visok udio nekvalitetne VI klase (10,20%).

Varijanta 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula najveći udio osušenog lista duhana imala je u IV klasi, i to 29,44%, što je najveći postotak od svih pet varijanti prihrane u navedenoj klasi. Zatim slijedi udio III klase u iznosu od 28,43%, te V klasa sa 17,06%.

Varijanta s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom ima najveći udio kvalitete III (30,37%), zatim listova IV klase (26,66%). Udio V klase je najveći od svih pet varijanata prihrane (18,66%).

Varijanta s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula ima najveći udio najnekvalitetnije, VI klase, od svih varijanti u istraživanju, čak 11,35%, što je signifikantno veća razlika od kontrole za 5,41%. Od ostalih udjela kvalitete, veće ima u III (30,80%) i IV klasi (25,35%).

Najveći zbroj udjela najkvalitetnijih klasa: I, II i III klase imale su varijanta prihrane 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom (52,28%) i kontrola (52,26%) i s vrlo malom razlikom od 0,02%. S obzirom da bi postotak kvalitete prve tri klase kod osušenog lista duhana trebao biti najviši i iznositi minimalno 50%, navedene varijante prihrane su u donjim vrijednosnim granicama. Dobivene podatke tumačimo lošim vremenskim uvjetima tijekom vegetacije te velikom količinom oborima u rujnu, što je najviše utjecalo na kvalitetu duhanskog lista. Varijanta prihrane s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha imala je najmanji zbroj udjela kvalitete prve tri klase u iznosu od 43,52%.

Tablica 5.2.1. Udio klasa duhana (%)

Varijanta prihrane dušikom	I klasa (%)	II klasa (%)	III klasa (%)	IV klasa (%)	V klasa (%)	VI klasa (%)
Kontrola - (100 kg/ha) KAN-a	2,77	14,72	34,77	27,90	15,13	4,71
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula	1,89	13,20	28,43	29,44	17,06	9,98
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula	1,59	13,20	30,80	25,35	17,71	11,35
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	1,97	17,72	32,59	22,26	15,26	10,20
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	1,77	13,93	30,37	26,66	18,66	8,61
LSD 5%	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	5,41

5.3. Ukupan broj listova

Na osnovi analize varijance kod različitih varijanti prihrane dušikom nisu prisutne statistički opravdane razlike između ukupnog broja listova (Tablica 5.3.1.). Kontrola je u prosjeku po biljci imala 26,75 listova. Najveći ukupan broj listova po biljci određen je u varijanti prihrane s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula (27,23), a najmanji u varijanti s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom (26,10). Varijanta prihrane s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula imala je prosječan broj od ukupno 26,68 listova po biljci, a varijanta s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom 26,50.

S obzirom na to da ukupan broj listova uglavnom određuje genetska konstitucija, hibrid BH 4 u prosjeku formira 25 listova po biljci. U svim varijantama prihrane dobiveno je više listova po biljci od prosjeka za navedeni hibrid.

Tablica 5.3.1. Ukupan broj listova

Varijanta prihrane dušikom	Broj listova
Kontrola - (100 kg/ha) KAN-a	26,75
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula	26,68
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula	27,23
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	26,10
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	26,50
LSD 5%	N.S.

5.4. Broj ubranih listova

U Tablici 5.4.1. prikazan je prosječan broj ubranih listova po biljci za svaku pojedinu varijantu prihrane. Analizom varijance nije utvrđena signifikantna razlika između broja ubranih listova u različitim varijantama prihrane dušikom. Način prihrane dušikom nije utjecao na ukupan broj ubranih listova po biljci.

Najveći prosječni broj ubranih listova, njih 26,17, imala je varijanta prihrane s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula. Sve ostale varijante imaju između 25 i 26 listova osim prihrane s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula, koja ima najmanji prosječni broj ubranih listova, samo 24,96.

Zalamanje burley duhana vrši se između 20. i 22. lista, tako da ih je ubrano više od prosjeka. Veći broj ubranih listova nije se odrazio na prinos što objašnjavamo relativno manjom dimenzijom listova i nepovoljnim vremenskim uvjetima za rast i razvoj duhana.

Tablica 5.4.1. Broj ubranih listova

Varijanta prihrane dušikom	Broj listova
Kontrola - (100 kg/ha) KAN-a	25,54
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula	24,96
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula	26,17
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	25,57
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	25,15
LSD 5%	N.S.

5.5. Dužina 9. lista

Analizom varijance nije utvrđen signifikantan utjecaj prihrane dušikom na dužinu 9. lista duhana. Kao što je prikazano u Tablici 5.5.1., u odnosu na kontrolu, sve varijante imale su manju prosječnu dužinu 9. lista. Kontrola ima najveću prosječnu dužinu 9. lista i ona iznosi 51,50 cm, ona ujedno ima i najveći prinos lista. Slijedi je varijanta s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom od 50,20 cm. Kod varijanata s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom i 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula imamo gotovo iste prosječne dužine 9. lista, 49,08 cm i 49,00 cm, što daje razliku od samo 0,8 mm. Najmanju prosječnu dužinu 9. lista ima prihrana s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula (48,23 cm).

Dužina 9. lista, koji je uglavnom najveći među srednjim najkvalitetnijim listovima, kod BH 4 hibrida iznosi od 50 do 70 cm. S obzirom na to da jedino kontrola i varijanta prihrane s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom imaju prosječnu dužinu 9. lista veću od 50 cm, dobivene vrijednosti su niže od prosjeka za navedeni hibrid.

Prema tome, iz dobivenih vrijednosti može se reći da prihrana dušikom u ovoj godini nema utjecaja na dužinu 9. lista duhana čemu su uvelike pridonijele nepovoljne vremenske prilike. Manje dimenzije listova odrazile su se direktno na prinos, ali i kvalitetu duhanskog lista.

Tablica 5.5.1. Dužina 9. lista (cm)

Varijanta prihrane dušikom	Dužina 9. Lista (cm)
Kontrola - (100 kg/ha) KAN-a	51,50
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula	49,00
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula	48,23
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	50,20
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	49,08
LSD 5%	N.S.

5.6. Širina 9. lista

Prema analizi varijance utvrđeno je da način prihrane dušikom nema signifikantan utjecaj na širinu 9. lista (Tablica 5.6.1.). Kod kontrole je izmjerena prosječna širina 9. lista od 27,58 cm. Najveća širina 9. lista određena je kod varijante s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom, 28,35 cm. Iza nje, sa samo 0,07 mm manjom prosječnom širinom 9. lista je varijanta s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom. Kod varijante s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula prosječna širina 9. lista iznosi 27,15 cm. Najmanje vrijednosti za širinu 9. lista ima varijanta prihrane s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula (26,53 cm).

Prosječna širina 9. lista duhana za F1 hibrid BH 4 iznosi od 30 do 35 cm. Ni jedna varijanta prihrane nije zadovoljila navedene vrijednosti. Ispodprosječnu širinu i dužinu 9. lista (Tablica 5.5.1.) komentiramo lošim vremenskim prilikama koje su zadesile duhan tijekom vegetacije i uzrokovale manje dimenzije listova, koje se kao glavne komponente prinosa, unatoč većem broju ubranih listova, negativno odražavaju na prinos koji se također kreće ispod donjih vrijednosnih granica.

Tablica 5.6.1. Širina 9. lista (cm)

Varijanta prihrane dušikom	Širina 9. Lista (cm)
Kontrola - (100 kg/ha) KAN-a	27,58
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula	27,15
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula	26,53
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	28,28
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	28,35
LSD 5%	N.S.

5.7. Visina biljke nakon zalamanja

U Tablici 5.7.1. prikazane su prosječne visine biljke nakon zalamanja s različitim varijantama prihrane. Analizom varijance utvrđeno je da varijanta prihrane nije imala signifikantan utjecaj na visinu biljke nakon zalamanja. Najveću visinu biljke nakon zalamanja imala je kontrola sa 107,33 cm, dok sve ostale varijante prihrane imaju znatno nižu visinu u vrlo uskom rasponu od 101,18 cm (80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula) do 101,85 cm (80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom).

Visina biljke nakon zalamanja kod F1 hibrida BH 4 u prosjeku iznosi 140 cm, dok u dobivenim rezultatima istraživanja najvišu prosječnu visinu stabljike nakon zalamanja ima kontrola sa 107,33 cm, što je za čak 32,67 cm, odnosno 23,3% manje od standardnih normi.

Iz dobivenih vrijednosti može se zaključiti da prihrana dušikom nema utjecaja na visinu biljke nakon zalamanja. Štoviše, možemo reći da su prosječne vrijednosti za visinu zalamanja bolje kod kontrole koja je prihranjena samo s KAN-om, koja ima za čak 5,48 cm veću visinu zalomljene stabljike od najviše varijante koja je prihranjena dušikom i mikrokapsulama, no utjecaja imaju i loše vremenske prilike koje su pratile duhan tijekom rasta u polju.

Tablica 5.7.1. Visina biljke nakon zalamanja (cm)

Varijanta prihrane dušikom	Visina biljke nakon zalamanja (cm)
Kontrola - (100 kg/ha) KAN-a	107,33
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula	101,28
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula	101,18
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	101,73
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	101,85
LSD 5%	N.S.

5.8. Početak cvatnje

Vrijeme cvatnje duhana računa se od trenutka sadnje duhana u polje do početka cvatnje 50% biljaka, kod kultivara BH 4 to je u prosjeku oko 65 dana. Tablica 5.8.1. prikazuje broj dana proteklih od sadnje do početka cvatnje biljaka duhana s različitim varijantama prihrane zastupljenih u istraživanju. Prema rezultatima analize varijance nije ustanovljena signifikantna razlika u početku cvatnje biljaka u odnosu na kontrolu.

Početak cvatnje kod kontrole zabilježen je 76 dana nakon sadnje. Najkasniju sadnju imala je varijanta prihrane s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom gdje je cvatnja nastupila 79 dana od sadnje. Kod varijanata s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula i 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom cvatnja je nastupila u isto vrijeme, 76 dana nakon sadnje u polje. Najkraće vrijeme do početka cvatnje 50% biljaka u polju ima

varijanta prihrane s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula. Kod nje je cvatnja započela nakon 74 dana.

Kod istraživanih varijanata u pokusu nije bilo velike razlike u vremenu cvatnje, naime, poželjno je da cvatnja nastupi ranije, da biljka ima kraću vegetaciju jer samo tako možemo ubrati sve listove prije nego što nastupe prvi jesenski mrazovi.

Tablica 5.8.1. Početak cvatnje

Varijanta prihrane dušikom	Početak cvatnje (dana)
Kontrola - (100 kg/ha) KAN-a	76
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula	74
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula	76
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	79
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	76
LSD 5%	N.S.

5.9. Sadržaj nikotina

U Tablici 5.9.1. prikazan je prosječan sadržaj nikotina u listovima biljaka duhana svih pet varijanata prihrane dušikom. Analizom varijance nije utvrđena signifikantna razlika za sadržaj nikotina između različitih varijanti prihrane dušikom.

Kontrola bilježi umjeren sadržaj nikotina od 2,47%. Najmanji sadržaj nikotina ima prihrana s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula, samo 2,00%. Iza nje s 2,15% nikotina slijedi varijanta s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula. Kod prihrane s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom sadržaj nikotina iznosi 2,57%.

S obzirom na to da prosječni udio nikotina kod duhana tipa burley iznosi 2,91% (Akehurst, 1981), jedino varijanta prihrane s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom bilježi veći sadržaj nikotina u iznosu od čak 3,35%.

Prema dobivenim rezultatima možemo zaključiti da prihrana dušikom nije djelovala na sadržaj nikotina u listovima biljaka duhana, naime, sadržaj nikotina je relativno nizak, što objašnjavamo velikom količinom oborina tijekom vegetacije koja je isprala prihranu dušikom, a time i sadržaj nikotina koji je direktno povezan s gnojidbom dušikom.

Tablica 5.9.1. Sadržaj nikotina

Varijanta prihrane dušikom	Sadržaj nikotina (%)
Kontrola - (100 kg/ha) KAN-a	2,47
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula	2,00
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula	2,15
90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	3,35
80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom	2,57
LSD 5%	N.S.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovi jednogodišnjeg istraživanja pri prihrani duhana tipa burley mikrokapsulama s dušikom provedenih na pokušalištu Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta u Maksimiru mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- tlo na navedenoj lokaciji je eutrično smeđe, antropogenizirano, na slabo zamočvarenoj ilovači, praškasto ilovaste teksture, sklono stvaranju pokorice. Tlo je slabo kiselo (6,47 pH), vrlo bogato je opskrbljeno biljci pristupačnim fosforom i kalijem, a dobro ukupnim dušikom. Slabo je humozno (1,9%)
- temperature zraka tijekom vegetacije bile su veće od prosječnih višegodišnjih temperature za to područje, osim mjeseca svibnja, u kojem nastupa sadnja, kada su prosječne mjesečne temperature bile za nepuna 3,0 °C niže od višegodišnjeg prosjeka.
- osim nešto nižih temperatura u svibnju, duhanu nije pogodovala niti količina palih oborina koja je bila duplo veća od višegodišnjeg prosjeka za to razdoblje (157,7 mm). S druge strane, količine oborina u lipnju i kolovozu bile su nedostatne. U rujnu, iznadprosječne količine oborina od 150,1 mm negativno su utjecale na prinos
- na osnovi provedene statističke analize varijance utvrđene su signifikantne razlike u prinosu i udjelu VI klase
- signifikantne razlike nisu dobivene za udio I, II, III, IV i V klase, ukupan broj listova, broj ubranih listova, dužinu i širinu 9. lista, visinu biljke nakon zalamanja, početak cvatnje i sadržaj nikotina
- signifikantno najveći prinos po hektaru imala je kontrola (2 796, 93 kg/ha)
- udio najkvalitetnijeg lista, odnosno prve klase, imala je kontrola u iznosu od 2,77%. Najveći zbroj udjela najkvalitetnijih klasa: I, II i III klase imale su varijanta prihrane 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom (52,28%) i kontrola (52,26%) i s vrlo malom razlikom od 0,02%
- najveći prosjek ukupnog broja listova zabilježen je u varijanti 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula (27,23), kod navedene varijante također je određen i najveći broj ubranih listova, njih 26,17
- najduži 9. list zabilježen je kod kontrole i iznosi 51,50 cm, a najširi 9. list imala je varijanta prihrane s 80 kg/ha KAN-a + 20 kg/ha mikrokapsula s kitozanom (28,35 cm)
- u dobivenim rezultatima istraživanja najvišu prosječnu visinu stabljike nakon zalamanja ima kontrola sa 107,33 cm
- sve varijante su kasnije ušle u cvatnju. Najkraće vrijeme do početka cvatnje 50% biljaka u polju ima varijanta prihrane s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula (nakon 74 dana)
- najmanji sadržaj nikotina ima prihrana s 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula, samo 2,00%

Temeljem dobivenih rezultata o istraživanim parametrima možemo zaključiti da su najbolja agronomska i kemijska svojstva imale varijante prihrane 90 kg/ha KAN-a + 10 kg/ha mikrokapsula s kitozanom (druga po prinosu, najveći udio I, II i III klase, drugi po redu najširi

9. list) i kontrola sa 100 kg/ha KAN-a (najveći prinos, drugi po redu udio I,II i III klase, najduži 9. list, najviša biljka nakon zalamanja).

Količine oborina u svibnju za vrijeme sadnje duhana u polje uvelike su premašile višegodišnji prosjek oborina za područje Zagreb – Maksimir. Količine oborina iznosile su 157,7 mm, što je za 89,1 mm više od višegodišnjeg prosjeka, koje su zajedno s prosječnim mjesečnim temperaturama nižim za 3 °C od višegodišnjeg prosjeka negativno utjecale na rast i razvoj duhana i na rezultate istraživanja radi velike količine ispranog dušika iz tla odmah na početku vegetacije. Količine oborina u lipnju i kolovožu bile su ispod višegodišnjeg prosjeka i negativno su utjecale na kvantitativan razvoj duhana dok se u rujnu ponovno javljaju iznadprosječne količine oborina koje također negativno djeluju na prinos i odgađaju vrijeme berbe što je također nepoželjno ako nastupe prvi jesenski mrazovi a duhan ostane neobran.

Može se zaključiti da su vremenski uvjeti, koji nisu bili idealni za razvoj duhana u kvantitativnom i kvalitativnom pogledu, imali velik utjecaj na rezultate istraživanja pa prema tome predlažemo da se ista istraživanja provedu i sljedeće godine.

7. LITERATURA

1. Akehurst B.C. (1981). Tobacco. John Wiley & Sons Inc, Hawthorne, CA, U.S.A.
2. AL metoda (ekstrakcija s amonij-laktat-octenom kiselinom) - određivanje P_2O_5 i K_2O :
3. Barchetti R., Castelli F., Contillo R. (2006) Nitrogen Requirements for Flue-Cured Tobacco, Agronomy Journal, DOI: DOI: 10.2134/agronj2005.0105, https://www.researchgate.net/publication/240783557_Nitrogen_Requirements_for_FlueCured_Tobacco
4. Bedek M. (2018). Fizikalno-kemijska karakterizacija i mehanizmi otpuštanja *Trichoderma viride* spora i kalcijevih iona iz mikrosfera kalcijevog alginata. Rad za Rektorovu nagradu. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
5. Berket K. i sur. (1985.) Duhan u SR Hrvatskoj, Duhanski institut Zagreb, Zagreb
6. Borges Miranda A., Morejón R., Monzón L., Ortega E., Rodés R. (2012) Nitrogen Fertilization for Optimizing the Quality and Yield of Shade Grown Cuban Cigar Tobacco: Required Nitrogen Amounts, Application Schedules, Adequate Leaf Nitrogen Levels, and Early Season Diagnostic Tests, Beitrage zur Tabakforschung International/ Contributions to Tobacco Research, DOI: 10.2478/cttr-2013-0913, https://www.researchgate.net/publication/232729116_Nitrogen_Fertilization_for_Optimizing_the_Quality_and_Yield_of_Shade_Grown_Cuban_Cigar_Tobacco_Required_Nitrogen_Amounts_Application_Schedules_Adequate_Leaf_Nitrogen_Levels_and_Early_Season_Diagnostic
7. Butorac J. (2009.) Duhan, Kugler d.o.o., Zagreb
8. CORESTA metoda - <https://www.coresta.org/groups/cigar-smoking-methods> pristup 15. srpnja 2020..
9. David Reed T., Johnson C. S., Semtner P. J., Wilkinson C. A. (2012) 2012 flue-cured tobacco production guide, Virginia Bright Flue-Cured Tobacco Board, https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/AREC/AREC-14/AREC-14-pdf.pdf
10. Devčić, K. (1975.) Reakcija duhana burley na količinu i vrijeme upotrebe kalcijsko-amonijske salitre (KANa-a) i ureje, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 137-152.
11. DHMZ – Državni hidrometeorološki zavod. <https://meteo.hr> – pristup 15. srpnja 2020.
12. Encapsulator Büchi-B390, BÜCHI Labortechnik AG, Švicarska - <https://www.buchi.com/en/products/spray-drying-and-encapsulation/encapsulator-b-390> – pristup 15. srpnja 2020.
13. FAO - Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. -- <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> – pristup 15. srpnja 2020.
14. Foomany K. S., Foomany S.K., Biglouei M. H., Daneshian J., Assimi M. H., Barzegarkho (2012) Study of growth and yield indexes of tobacco in response to nitrogen fertilizer and furrow irrigation, International Journal of Agriculture: Research and Review. Vol., 2 (3), 155-160, https://www.researchgate.net/publication/230793446_STUDY_OF_GROWTH_AND_YI

ELD INDEXES OF TOBACCO IN RESPONSE TO NITROGEN FERTILIZER AND FURROW IRRIGATION

15. Fuqua B. D., Sims J. L., Leggett J. E., Benner J. F., Atkinson W. O. (1976). Nitrate and chloride fertilization effects on yield and chemical composition of burley tobacco leaves and smoke. *Canadian Journal of Plant Science* 56(4): 893-899.
16. Gallo M., Corbo M.R. (2010). Mikroencapsulation as a new approach to protect active compounds in food. U: *Application of Alternative Food. Preservation technologies to enhance food safety and stability*. Bentham Science Publisher: 188-195.
17. Hawks S.N., Collins W.K. (1994.) *Načela proizvodnje virginijskog duhana*, Ceres, Zagreb
18. HRN ISO 10390:2004 - određivanje pH - <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2F66011c0bda2bd4dfc1256cf300764c2d%2F0e782f7e2e6cb750c1256fbd002d42ec%3FOpenDocument%26AutoFramed> - pristup 15. srpnja 2020.
19. HRN ISO 11464:2004-priprema uzorka - <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2Fcd07510acb630f47c1256d2c006ec863%2F6a1dc151c271f96bc1257443002ee854%3FOpenDocument%26AutoFramed> - pristup 15. srpnja 2020.
20. HRN ISO 13878:2004-određivanje ukupnog dušika; ekstrakcijom s 1 M KCl (1:10 w/v) spektrofotometrijski kadmijska redukcija Nessler - modificirana - <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2Fcd07510acb630f47c1256d2c006ec863%2Fc1256c8f003565d5c1256d29003da9c4%3FOpenDocument%26AutoFramed> - pristup 15. srpnja 2020.
21. HRN ISO 14235:2004 (metoda po Tjuriu ili bikromatna metoda)- određivanje humusa - <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2Fcd07510acb630f47c1256d2c006ec863%2Fc1256c8f003565d5c1256d29003da9c5%3FOpenDocument%26AutoFramed> – pristup 15. srpnja 2020.
22. ISO/TS 14256-1:2003- određivanje NO₃, - N i NH₄-N - <https://www.iso.org/standard/36706.html> - pristup 16. srpnja 2020.
23. Mustapić Z., Bajtek M., Pospišil M. (1992). Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos i kvalitetu duhana tipa burley. *Tutun* 42 (7 – 12): 119 – 137
24. Nichols B. C., Bowman D.R., McMurtrey Jr. J. E. (1958) Response of Burley Tobacco to Fertilization in the Central Basin, University of Tennessee Agricultural Experiment Station, https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1481&context=utk_agbulletin
25. Oxley J. (2015). *Microencapsulation: Guide to industrial applications*. U: *Bioencapsulation innovations*. Bio Bedek M. (2018). Fizikalno-kemijska karakterizacija i mehanizmi otpuštanja *Trichoderma viride* spora i kalcijevih iona iz mikrosfera kalcijevog alginata. Rad za Rektorovu nagradu. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
26. Pospišil, M. (1990). Reakcija šećerne repe na način dorade sjemena i gnojidbu nekim organskim gnojivima. Magistarski rad, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.

27. Racoviță S., Vasiliu S., Popa M., Luca C. (2009). Polysaccharides based on micro-and nano particles obtained by ionic gelation and their applications and drug delivery systems. *Revue Roumaine de Chimie*. 54(9): 709-718.
28. Rathbone D. K. (2008). Effects of nitrogen Rate and Cultivar on Burley Tobacco Yield and Leaf Quality. Master of Science thesis. The University of Tennessee
29. Sabokrow K. and K., Foomany K., Biglouei M. H., Daneshian J., Assimi M., Barzegarkho M. (2011) Study of growth and yield indexes of tobacco in response to nitrogen fertilizer and furrow irrigation, *International Journal of Agriculture: Research and Review*. Vol., 2 (3), 155-160, 2012, https://www.researchgate.net/publication/230793446_STUDY_OF_GROWTH_AND_YIELD_INDEXES_OF_TOBACCO_IN_RESPONSE_TO_NITROGEN_FERTILIZER_AND_FURROW_IRRIGATION
30. The University of Tennessee at Martin (2014) The Effects of Fertilizer on Burley Tobacco, *Nicotiana tabacum*, Masters of Science in Agriculture and Natural Resources Degree – Joshua Armentrout, https://www.utm.edu/departments/msanr/pdfs/Armentrout_research_project_final.pdf
31. Vinceković M., Jalšenjak N., Topolovec-Pintarić S., Đermić E., Bujan M., Jurić S. (2016). Encapsulation of biological and chemical agents for plant nutrition and protection: citosan/alginate microcapsules loaded with copper cations and *Trichoderma viride*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64(43): 8073-8083.
32. Vinceković M., Jurić S., Đermić E., Topolovec-Pintarić S. (2017). Kinetics and mechanisms of chemical and biological agents release from biopolymeric microcapsules. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65(44): 9608-9617.

ŽIVOTOPIS

Larisa Jelak rođena je 12.06.1995. godine u Koprivnici. Školovanje započinje 2002. godine u Osnovnoj školi Vladimir Nazor u Križevcima. Po završetku osnovnoškolskog obrazovanja, 2010. godine upisuje opću Gimnaziju Ivana Zakmardija Dijankovečkoga u Križevcima, u kojoj maturira 2014. godine.

Nakon jednogodišnje pauze radi rođenja djeteta, 2015. godine upisuje preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima, a završava 2018. godine s odličnim uspjehom i kao koautor znanstvenog rada "Influence of Geographic Position, Leaf Surface and Genetic Variability on Content of Total Essential Oils in 12 Distinct Populations of Bay Laurel (*Laurus nobilis* L.) objavljenog u međunarodnom znanstvenom časopisu *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)*, u sklopu kojeg obavlja i stručnu praksu. Iste godine upisuje diplomski studij Biljne znanosti. Praksu odraduje na Agronomskom fakultetu u Zagrebu u sklopu teme diplomskog rada. Tijekom studija radi preko Student servisa.