Elaborat tehničko-tehnološkog rješenja pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja

Suić, Danijela

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:493981

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

prehrambeno biotehnološki fakultet

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, svibanj 2017.

Danijela Suić

637/PI

ELABORAT TEHNIČKO – TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA POGONA ZA PROIZVODNJU HLADNO PREŠANIH I NERAFINIRANIH ULJA

Rad je izrađen u Kabinetu za tehnološko projektiranje, na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Sandre Balbino.

Zahvaljujem se svojoj dragoj mentorici izv. prof. dr. sc. Sandri Balbino na stručnim savjetima i pruženoj pomoći pri izradi ovog rada. Hvala Vam na iskazanom strpljenju, iznimnom razumijevanju i moralnoj podršci pri samom kraju moga studiranja.

Hvala mom bratu i brojnim prijateljima koji su me podržali i bodrili tijekom studiranja.

Veliko hvala mom zaručniku na neizrecivoj moralnoj podršci, ljubavi i utjesi tijekom cijelog studiranja.

Posebno hvala mom malom anđelu Teu na svim osmjesima, zagrljajima i ljubavi u vrijeme zadnjih ispita i diplomskog rada.

I na kraju najveće hvala mojoj majci koja je uvijek, u apsolutno svim, i teškim, i sretnim trenucima bila tu za mene i bez koje ova diploma ne bi bila postignuta.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo
Kabinet za tehnološko projektiranje

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

ELABORAT TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA POGONA ZA PROIZVODNJU HLADNO PREŠANIH I NERAFINIRANIH ULJA

Danijela Suić; 637/PI

Sažetak: Zanimanje za omega-3 masne kiseline i njihovu ulogu u ljudskom zdravlju sve više raste unatrag nekoliko desetljeća, a ujedno se javlja i povećana potražnja za uljima visoke raspoloživosti esencijalnih masnih kiselina. Ovim radom izrađen je elaborat tehničko-tehnološkog rješenja pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja s visokim udjelom nezasićenih, posebice omega-3 masnih kiselina. Tekstualno i pomoću blok-shema prikazan je tehnološki opis proizvodnje uz potrebne strojeve i tehnološku opremu. U sklopu elaborata, prema zahtjevima proizvodnje te u skladu s određenim zakonskim propisima i smjernicama higijensko-sanitarne proizvodnje, određen je tlocrtni raspored svih glavnih i pomoćnih proizvodnih te neproizvodnih sadržaja pogona uljare. U uljari će se proizvoditi hladno prešano konopljino i laneno ulje, te nerafinirano ulje oraha, a mljevenjem pogače nakon prešanja i njihova brašna. Na temelju projektnog zadatka odabrane su makrolokacija i mikrolokacija za izgradnju pogona i svih pratećih objekata.

Ključne riječi: elaborat, uljara, hladno prešano ulje, nerafinirano ulje, tlocrtni raspored

Rad sadrži: 52 stranice, 13 slika, 8 tablica, 64 literaturna navoda

Jezik izvornika: Hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u: Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: *Izv. prof. dr. sc. Sandra Balbino*

Pomoć pri izradi: *Dr. sc. Predrag Putnik*

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. Prof. dr.sc. *Dubravka Škevin*
2. Izv. prof. dr. sc. *Sandra Balbino*
3. Prof. dr. sc. *Helga Medić*
4. Prof. *Verica Dragović-Uzelac* (zamjena)

Datum obrane: 29. svibnja 2017

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Department of Food Engineering
Section for Food Plant Design

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Food Technology

STUDY OF TECHNICAL-TECHNOLOGICAL SOLUTION OF PLANT FOR PRODUCTION OF COLD PRESS OILS AND VIRGIN OILS

Danijela Suić; 673/PI

Abstract: Interest in omega-3 fatty acids and their role in human health is increasing rapidly over the last few decades together with an increasing demand for oils with high availability of essential fatty acids. This paper contains elaborate of technical-technological solution of plant for the production of cold press oils and unrefined oils with high levels of omega-3 fatty acids. Technical description of production process is given in textual form and also using the block diagrams together with the list of necessary machinery and technological equipment. Within the study, according to production requirements, it is necessary to predict the spatial distribution of all the main and auxiliary production and non-production contents of the oil mill with an emphasis on respecting all regulations and guidelines of hygienic-sanitary production. Cold-pressed hemp and linseed oil and unrefined walnut oil, will be produced in the oil plant and also their flours by grinding a cake after pressing will be produced. On the basis of terms of reference macro location and layout of facilities for production and ancillary facilities scheduled for construction were chosen.

Keywords: study, oil mill, cold pressed oil, virgin oil, layout

Thesis contains: 52 pages, 13 figures, 8 tables, 64 references

Original in: Croatian

Graduate thesis in printed in electronic (pdf format) version is deposited in: Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: *PhD Sandra Balbino, Associate Professor*

Technical support and assistance: *PhD Predrag Putnik*

Reviewers:
1. PhD. *Dubravka Škevin*, Full Professor
2. PhD. *Sandra Balbino*, Associate Professor
3. PhD. *Helga Medić*, Full Professor
4. PhD. *Verica Dragović-Uzelac*, Full Professor (substitute)

Thesis defended: 29. May 2017.

SADRŽAJ

1. UVOD ... 1
2. TEORIJSKI DIO ... 3
2.1. PROJEKTIRANJE POGONA ZA PROIZVODNJU PREHRAMBENIH PROIZVODA ... 3
2.1.1. Uvod ... 3
2.1.2. Uloga projektnog inženjera u prehrambenom inženjerstvu ... 5
2.1.3. Faze projektiranja ... 5
2.1.4. Pravni aspekti ... 8
2.2. HLADNO PREŠANA I NERAFINIRANA ULJA S VISOKIM UDJELOM NEZASIĆENIH MASNIH KISELINA ... 11
2.2.1. Ulje konoplje (*Cannabis sativa L.*) ... 11
2.2.2. Lan (*Linum usitatissinum* L.) ... 13
2.2.3. Orah ... 15
3. EKSPERIMENTALNI DIO ... 17
3.1. PROJEKTNI ZADATAK ... 17
3.2. OSNOVE ZA IZRADU TEHNOLOŠKOG PROJEKTA ... 18
3.2.1. Analiza makrolokacije ... 18
3.2.2. Analiza mikrolokacije ... 19
3.2.3. Analiza sirovine ... 20
3.2.4. Analiza gotovog proizvoda ... 23
4. REZULTATI I RASPRAVA ... 25
4.1. TEHNOLOŠKA KONCEPCIJA POGONA ZA PROIZVODNJU HLADNO PREŠANIH I NERAFINIRANIH ULJA ... 25
4.2. OPIS PROCESA PROIZVODNJE ... 26
4.2.1. Skladištenje sirovine ... 26
4.2.2. Čišćenje i mljevenje ... 26
4.2.3. Miješanje ... 27
4.2.4. Prženje ... 27
4.2.5. Prešanje ... 28
4.2.6. Bistrenje ... 30
4.2.7. Skladištenje i punjenje ulja ... 31
4.2.8. Pogača ... 32
4.3. POPIS UREĐAJA I OPREME ... 33
4.4. MATERIJALNA BILANCA TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE ... 34
4.5. ENERGETSKA BILANCA TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE ... 37
4.6. POPIS TEHNOLOŠKIH PARAMETARA PROSTORIJA ... 39
4.7. POTREBNA RADNA SNAGA ... 40
4.8. TLOCRT OBJEKTA ... 41
4.9. SITUACIJSKI PLAN OBJEKTA ... 43
4.10. SANITARNO TEHNIČKI I HIGIJENSKI UVJETI PROIZVODNOG POGONA ... 45
4.10.1. Zidovi ... 45
4.10.2. Podovi ... 46
4.10.3. Prozori ... 46
6. LITERATURA ... 48

1. UVOD

Današnje znanstvene spoznaje uče nas kako iz ulja i masti naše tijelo, osim energetsko-kalorijske vrijednosti, dobiva esencijalne nutrijente kao što su linolna i linolenska masna kiselina i brojne bioaktivne komponente od kojih su najpoznatiji tokoferoli, tj. vitamini E skupine. Raznovrsnost biljnih ulja najbolje se vidi po različitosti njihovog sastava masnih kiselina i bioaktivnih komponenti.

Laneno ulje je iznimno bogato esencijalnom α-linolenskom kiselinom koja pripada skupini omega-3 masnih kiselina. U literaturi postoje indicije da prisutna u lanenom ulju može djelovati preventivno na čitav niz različitih kliničkih stanja poput kardiovaskularnih bolesti, povišenog krvnog tlaka, kožnih bolesti, raka te imunoloških oboljenja poput reumatoidnog artritisa i multiple skleroze (Kelley i sur., 1991). Laneno ulje zahvaljujući također α-linolenskoj kiselini ima i protuupalno djelovanje koje je regulirano proizvodnjom eikozanoida.

U zadnjih nekoliko godina na svjetskom i hrvatskom tržištu pojavilo se jedno vrlo specifično ulje, ulje industrijske konoplje koje primarno odskače od drugih sličnih proizvoda po svom kemijskom sastavu, prvenstveno po sastavu masnih kiselina. Odlikuje ga relativno visok udjel γ-linolenske masne kiseline i optimalan omjer linolna/linolenska masna kiselina.

Ulje oraha iznimno je bogato esencijalnom omega-3 α-linolenskom kiselinom pa slično kao i laneno ima pozitivan utjecaj pri zaštiti krvnih žila od procesa ateroskleroze, te kod dislipidemija, najčešće kod povišene razine kolesterola u krvi. Istraživanje američkih znanstvenika s Penn State University-a prvo je koje je pokazalo da prehrana bogata orasima snižava razinu C-reaktivnog proteina (CRP), markera za upalne procese povezane s bolestima srca (Kris-Etherton, 2014).

Prema definicijama iz Pravilnika o jestivim uljima i mastima (2012), hladno prešana ulja su proizvodi dobiveni iz odgovarajućih sirovina prešanjem na temperaturi do 50 °C. Može se provesti i postupak čišćenja odnosno bistrenja pranjem vodom, dekantiranjem, filtriranjem i centrifugiranjem. S druge strane, nerafinirana ulja su proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, mehaničkim postupcima, primjerice prešanjem, uz upotrebu topline. Može se provesti i postupak čišćenja odnosno bistrenja pranjem vodom, dekantiranjem, filtriranjem i centrifugiranjem. Dakle, hladno prešana ulja su ulja proizvedena iz sirovine koja nije kondicionirana, odnosno nije zagrijavana prije prerade.

Za dobivanje kvalitetnog ulja važna je kvaliteta sirovine i temperatura prešanja kako bi se održala nutritivna vrijednost. Proizvodnja hladno prešanih i nerafiniranih ulja zahtjeva puno strože kriterije za kvalitetu polazne sirovine, iz razloga što tijekom njihove proizvodnje ne postoji faza koja bi omogućila uklanjanje nečistoća i nepoželjnih kontaminanata iz ulja (Dimić, 2005). Zbog povećanog zanimanja za omega-3 masnim kiselinama i njihovim ulogama u ljudskom zdravlju, te povećane potražnje za uljima s visokim udjelom omega-3 masnih kiselina, nastala je ideja za izradu elaborata tehničko-tehnološkog rješenja pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja s visokim udjelom esencijalnih masnih kiselina.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. PROJEKTIRANJE POGONA ZA PROIZVODNJU PREHRAMBENIH PROIZVODA

2.1.1. Uvod

Projektiranje tehnološkog procesa je intelektualni, kreativni, kompleksni i specifični tehnički proces. Primjenjuje različite tehnike i postupke pomoću kojih se u detalje definiraju zamisli, procesi ili sustavi s ciljem stvaranja novih vrijednosti bez obzira radi li se o proizvodu ili usluzi (Šef i Olujić, 1988). Projektiranje proizvodnog pogona prehrambene industrije uključuje sve faze njegovog razvoja, od ideje i odabira tehnološkog procesa do izgradnje i puštanja u pogon (Balbino, 2015). Projektiranje karakterizira neponovljivost, jer su nastala procesna rješenja i/ili proizvod izvorni ponekim svojim svojstvima. Niti jedan projekt nije u potpunosti isti, jer projektiranje nije nikada egzaktan proces. Svaki novi projekt u samom početku nosi sa sobom puno neizvjesnosti i rizika (vremenski, financijski, tehnički, ekološki), pogotovo kad se radi o složenim tehnološkim procesima (Šef i Olujić, 1988).

Prehrambeno postrojenje je cjelina koju čine procesni sustav (sustav za proizvodnju hrane) i pomoćni sustav. Pomoćni sustavi olakšavaju pravilan rad sustava za proizvodnju hrane i stoga su dobro projektirani pomoćni sustavi ključni za komercijalni uspjeh prehrambenog postrojenja. Procesni i pomoćni sustavi smještaju se na logičan način u različite zgrade ili dijelove zgrade u kojima se osiguravaju odgovarajući radni uvjeti kao što su sigurnost, udobnost, funkcionalnost i higijena (Ingram, 1979). Prehrambeno postrojenje se sastoji od opreme za procesiranje, odgovarajućih komunalnih dijelova (odvoz smeća, kemijskog otpada, otpadnih voda), zgrada namijenjenih za postrojenje te s postrojenjem povezanih prostorija za skladištenje i ostalih objekata (Maroulis, 2003). Zgrade namijenjene za smještaj postrojenja sadrže sustave koje omogućuju proizvodnu funkciju. Dizajnirane su da omoguće odgovarajuće radne uvjete. Proračun za izgradnju zgrade može iznositi i više od 50% ukupno potrebnog novca za opremu za proizvodnju hrane (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

Nedostatak pažnje pri dizajniranju tvornice za proizvodnju prehrambenih proizvoda može rezultirati u sljedećem:

1) Pretjeranom i čestom potrebom za održavanjem
2) Velikim kapitalnim investicijama koje se u slučaju nerazmjernog proračuna za zgradu odražava s negativnim učinkom na troškove jedinica proizvodnje

3) Negativnim uvjetima kao što su neprimjerena kontrola temperature, nezadovoljavajuća ventilacija, nemogućnosti proširenja, neodgovarajući raspored strojeva i neprimjereni radni uvjeti

4) Pravni problemi uzrokovani nepoštivanjem standarda za izgradnju zgrade, sigurnosnih standarda ili odgovarajućih standarda za proizvodnju hrane

Postoji nekoliko razlika između dizajniranja prehrambenog postrojenja i dizajniranja za ostale industrijske namjene, a to su prvenstveno:

1) Sirovine i gotovi proizvodi u prehrambenoj industriji su osjetljivi biološki materijali koji zahtijevaju odgovarajuće uvjete rukovanja i skladištenja. Mogu biti skladišteni samo na kratko vrijeme ili u posebno kontroliranim uvjetima, s ciljem sprječavanja mehaničkih oštećenja i kontaminacije.
2) Velika količina osjetljivih sirovina mora biti procesirana u što kraćem periodu.
3) Higijenski faktori su važni, ne samo u tvornici, nego također i u interakcijama osoblja koje sudjeluje u operacijama procesiranja hrane.
4) Sirovina i proces prerade imaju sezonski karakter.
5) Velike količine gotovog proizvoda moraju biti uskladištene u kontroliranoj atmosferi.

Tehnološko projektiranje mora zadovoljiti specifične zahtjeve naručitelja (investitora) i određene lokacije. Ono je složena djelatnost koja daje rješenje u tehnološkom pogledu te podlogu za izradu tehničkog (arhitektonskog, građevinskog, strojarskog) rješenja i ekonomske analize (Balbino, 2015).

Građevinski objekti moraju činiti cjelovit sklop sa sustavom za preradu hrane i pomoćnim sustavima. Projektant mora znati da se u prehrambenoj industriji razmještaj sustava za preradu hrane često izvodi u ravnoj liniji ili u L, U ili Z postavi. Visina zgrade ovisit će o funkciji da obuhvati i procesne i pomoćne sustave, dok će u zoni skladištenja ovisiti o sustavu za utovar i istovar. Raspored procesnih i pomoćnih sustava mora biti takav da je moguće izvesti proširenje bez velikih promjena (Klarić i sur., 2011).

2.1.2. Uloga projektnog inženjera u prehrambenom inženjerstvu

Prehrambeni inženjer je osoba koja je zadužena za određene tehnološke probleme (u dizajniranju procesa, optimizaciji procesa, automatizaciji, istraživanju i razvoju novih tehnologija) u prehrambenoj industriji koje su specifično područje kojim se on mora baviti.

Funkcije prehrambenog inženjera su:

1) Tehničko upravljanje proizvodnjom
2) Dizajn sustava proizvodnje
3) Projektiranje prehrambenih tvornica
4) Istraživanje, razvoj i poboljšanje procesa i proizvoda
5) Upravljanje distribucijom proizvoda prema potrošaču

Glavni zadatak prehrambenog inženjera - projektanta u prehrambenoj industriji je dobiti krajnji proizvod uz minimalnu cijenu proizvodnje, opreme, energije i ljudskog rada. Krajnji cilj je razvoj, sinteza i optimizacija određenog procesa sukladno izvorima i problemima za svaki pojedini slučaj, sukladno metodologiji potrebnoj za određeni dizajn, koja uključuje alternativne tehnike i tehnologije za zadane metode (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005). Uz prehrambene inženjere potrebno je iskustvo i suradnja ostalih stručnjaka npr. ekonomista odgovornih za izradu proračuna troškova i isplativosti projekta, te agronoma odgovornih za sirovinsku osnovu i sl. (Balbino, 2015).

2.1.3. Faze projektiranja

Poduzetnička ideja

Poduzetnička ideja je prva faza u realizaciji bilo kojega poslovnog projekta. Tim pojmom se označava zamisao o ponudi konkretnih materijalnih proizvoda ili usluga u skladu sa potrebama kupaca radi stvaranja dobiti. Glavne karakteristike su inovativnost, posebnost, poboljšanje rješavanja problema te profitabilnost (Venture, 2016). Sama ideja ne mora biti inovativna da bi proučila uspjeh već poznatu ideju možemo prilagoditi određenim okolnostima ili će nas ona potaknuti na nešto drugo. Krajnji cilj poduzetničke ideje je da se proizvodi jeftinije i kvalitetnije (Balbino, 2015).

Projektni zadatak

Projektni zadatak je temeljni dokument projekta budućeg sustava u kojem su predstavljeni svrha i opseg aktivnosti koji trebaju biti izvršeni, metode koje trebaju biti korištene, standardi na temelju kojih će biti procjenjivan učinak ili će biti provedene analize, dodijeljena sredstva i vremenski period, kao i zahtjevi vezani za izvještavanje. Investitor sam ili uz pomoć stručnjaka projektanta, definira ideju i potrebe projekta. Projektni zadatak polazi od potrebe investitora opisujući probleme u dosadašnjem stanju i/ili sasvim nove potrebe ili mogućnosti.

Prema opsegu poslova u projektu razlikuju se projektni zadaci: racionalizacija, rekonstrukcija, povećanje kapaciteta i izgradnja novog industrijskog projekta.

Cilj projekta racionalizacije je veći radni učinak, ušteda energenata (električna energija, voda, vodena para, stlačeni zrak) i ušteda radne snage.

Rekonstrukcija je vezana uz nove propise odnosno mijenja se namjena ili funkcionalnost objekta u cilju prilagodbe suvremenim uvjetima proizvodnje. Uređaji se mijenjaju samo ako su zastarjeli ili tehnički istrošeni. Postiže se bolje iskorištenje kapaciteta i sirovina, smanjuje se potrošnja energenata i potrebna radna snaga, a povećava kvaliteta proizvoda.

Povećanje kapaciteta provodi se uvođenjem paralelnih linija proizvodnje ili postavljanjem suvremenijih strojeva većeg kapaciteta na određena mjesta tj. “uska grla” u postojećoj liniji ukoliko ostali strojevi podržavaju taj veći kapacitet.

Izgradnja novog industrijskog objekta može značiti usvajanje već poznate, standardne tehnologije, uvođenje nepoznatih tehnologija kupovanjem licenci (kupovanje postupaka koji su zaštićeni od nekog proizvođača) ili uvođenje novih proizvoda ili tehnologija (Balbino, 2015).

Prethodno istraživanje

Prethodno istraživanje obuhvaća prikupljanje podataka iz literature i razvoj procesa u laboratoriju ili pilot-postrojenju. Rezultat je izrada tehnološke studije koja uključuje prethodno istraživanje na osnovu kojeg se uspoređuju idejna rješenja i odabire optimalno tehnološko-ekonomsko rješenje (Balbino, 2015). Bazira se na prethodnom istraživanju svojstava prehrambenog proizvoda, sirovina, te različitih mogućnosti tehnologije za proizvodnju prehrambenog proizvoda (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

Istraživanje sirovina uključuje podatke o dostupnosti i lokaciji, cijeni sirovina i transporta, te definiranje, specifikaciju i karakterizaciju najpogodnijih sirovina s potvrdnim testovima.

Prethodno istraživanje prehrambenog proizvoda daje karakterizaciju proizvoda uključujući pravne i tržišne aspekte, te trendove potrošnje, analizu tržišta proizvoda na osnovi kvalitete i specifikacija i analizu reakcije tržišta na cijenu proizvoda.

Istraživanje tehnologije za proizvodnju prehrambenog proizvoda uključuje analizu utjecaja različitih procesa na kvalitetu proizvoda, bilancu mase i energije, te vrste i količine nusproizvoda i otpada. Moguće je uključiti približnu procjenu troškova sirovina, radne snage i energije s obzirom na odabranu tehnologiju te približan opis pomoćnih sustava (energetski sustav, transport i sustav kontrole) s obzirom na odabranu tehnologiju (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

Studija izvedivosti

Studija izvedivosti je dokument koji argumentira isplativost i izvodljivost investicijskog projekta, odnosno, prošireni tehnološki projekt s ekonomskom analizom kojeg izrađuju ekonomisti. Ukoliko investitor ne raspolaže s dovoljnim novčanim sredstvima za realizaciju projekta, obratit će se financijskim institucijama koje su pod određenim uvjetima spremne uložiti vlastita sredstva poput banka i fondova. Sadrži poslovni plan koji obuhvaća investicije do 300.000 kuna ili investicijski program koji obuhvaća investicije veće od 300.000 kuna koji su temeljni dokumenti iz kojeg će financijske institucije moći vidjeti sve podatke o budućem poslovanju i donijeti odluku o financiranju. Može se vidjeti je li opravdano i realno pristupiti realizaciji ideje. Studija izvedivosti sadrži: podatke o izvedivosti; podatke o poduzetničkoj ideji; opis lokacije, sirovina, proizvoda i tehnološkog procesa; analizu tržišta nabave sirovina i prodaje proizvoda te vrlo detaljnu ekonomsku analizu projekta (Balbino, 2015).

Glavni projekt

Glavni projekti se razvrstaju prema namjeni i razini razrade u: arhitektonski projekt, građevinski projekt, elektrotehnički projekt, strojarski projekt. U izradi glavnog projekta, odnosno pojedinih projekata koje sadrži, ovisno o vrsti građevine, odnosno radova, ako je to propisano posebnim zakonima ili ako je potrebno prethodi izrada: krajobraznog elaborata,

geomehaničkog elaborata, prometnog elaborata, elaborata tehničko-tehnološkog rješenja (tehnološki projekt), elaborata zaštite požara, elaborata zaštite na radu, elaboratu zaštite od buke, konzervatorskog elaborata, drugog potrebnog elaborata (Zakon o gradnji, 2013).

Prilikom projektiranja objekta prehrambene industrije tehnološki projekt tj. elaborat tehničko-tehnološkog rješenja izrađen od strane prehrambenog inženjera – projektanta predstavlja temeljni projekt iz kojeg proizlaze svi ostali projekti i neizostavni je dio glavnog projekta. Bez tehnološkog projekta nije moguće projektirati postrojenje niti izraditi industrijski objekt prehrambene industrije. Svrha tehnološkog projekta je detaljna razrada idejnog rješenja odabranog na osnovu rezultata prethodnih istraživanja što daje kvalitativnu i kvantitativnu osnovu. Temeljni sadržaj tehnološkog projekta predstavlja projektni zadatak, opis tehnološkog procesa kao osnovni zadatak prehrambenog inženjera te nacrti koji mogu biti primjerice tlocrt prostorija i glavne opreme u objektu u mjerilu 1:50, 1:100 i 1:200.

Izvedbeni projekt

Izvedbenim projektom razrađuje se tehničko rješenje dano glavnim projektom koji je izrađen u skladu s glavnim projektom. Na osnovi njega gradi se građevina i točno definira izvedbu postrojenja ili uređaja nakon određivanja isporučitelja opreme i izvođača radova.

2.1.4. Pravni aspekti

Svaki objekt prehrambene industrije mora zadovoljiti zakonodavstvo RH. Najvažniji zakonski propisi koji reguliraju izgradnju objekata prehrambene industrije su sljedeći:

1. Zakon o gradnji (2013)

Ovim se Zakonom uređuje projektiranje, građenje, uporaba i održavanje građevina te provedba upravnih i drugih postupaka s tim u vezi radi osiguranja zaštite i uređenja prostora u skladu s propisima koji uređuju prostorno uređenje te osiguranja temeljnih zahtjeva za građevinu i drugih uvjeta propisanih za građevine. Odredbe ovoga Zakona koje se odnose na gradnju nove građevine na odgovarajući se način primjenjuju na rekonstrukciju, održavanje i uklanjanje građevine.

2. Zakon o hrani (2015)

Ovim se Zakonom uređuje temelj za osiguranje visoke razine zaštite zdravlja ljudi i interesa potrošača u vezi s hranom, uzimajući u obzir posebice razlike u opskrbi hranom, uključujući tradicionalne proizvode, pritom osiguravajući učinkovito funkcioniranje tržišta. Ovaj Zakon utvrđuje osnovna načela i odgovornosti, utvrđuje znanstvenu osnovu, učinkovite organizacijske strukture i postupke koji podupiru donošenje odluka u vezi sa zdravstvenom ispravnošću hrane i hrane za životinje.

3. Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (2013)

Ovim se Zakonom utvrđuju nadležna tijela i zadaće nadležnih tijela, obveze subjekata u poslovanju s hranom, službene kontrole te se propisuju upravne mjere i prekršajne odredbe za provedbu.

Zakon o hrani (2013) odgovara Uredbi (EZ) br. 178/2002 (2002) koja utvrđuje zajednička načela i definicije za nacionalne zakone o hrani te uspostavlja mjerodavnu Europsku agenciju za sigurnost prehrambenih proizvoda (EFSA, od engl. European Food Safety Authority) te se primjenjuje na sve faze proizvodnje, prerade i distribucije hrane i hrane za životinje.

Uredba (EZ) br. 852/2004 (2004) o higijeni prehrambenih proizvoda i Uredba (EZ) br. 853/2004 (2004) o higijeni prehrambeni proizvoda životinjskog podrijetla navode općenita pravila za subjekte u poslovanju s hranom uključujući uvođenje procedura baziranih na principima HACCP-a, dobre proizvođačke prakse (GMP) i dobre higijenske prakse (GHP). Uredbama se također utvrđuju osnovna pravila za projektiranje tehnološkog procesa i raspored opreme, te rasporeda i veličine prostorija unutar pogona prehrambene industrije.

Zakonskim propisima treba utvrditi (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005):

1. Lokaciju prehrambenog postrojenja što je regulirano propisima koji se odnose na neugodna, štetna, klimatski nezdrava i opasna djelovanja, pravilima prostornog uređenja i specifičnim pravilima vezanima uz djelatnost prehrambenog postrojenja.
2. Radnje koje treba poduzimati u cilju sprječavanja negativnih utjecaja koje prehrambeno postrojenje može imati na okolinu, kao što su otpadne vode ili tretiranje otpadnog proizvoda, smanjenje buke itd. U nekim slučajevima moguće je

direktno ispuštanje otpadnih voda u prirodne riječne tokove ili u kanalizacijski sustav, ali često je potrebna njihova prethodna obrada.

3. Raspored prehrambenog postrojenja. U većini slučajeva zakonom je propisan raspored prostorija ili prostora za smještaj sustava za preradu hrane i pomoćnih sustava u cilju postizanja odgovarajućih higijenskih i sigurnosnih radnih uvjeta. Uobičajeno je odijeliti nečiste i čiste zone, npr. ograničiti kretanje ljudi, prijevoznih sredstava i materijala.
4. Projektiranje higijenskih detalja građevine. Primjerice, norme za klaonice određuju karakteristike objekta koje se odnose na higijensko projektiranje podova, zidova i stropova.
5. Opće aspekte izvedbe građevine.
6. Aspekte sigurnosti rada i higijene koji se odnose na ventilaciju, osvjetljenje u različitim radnim zonama, itd.
7. Lokaciju i projektiranje dijelova građevine za smještaj pomoćnih sustava: rashladne instalacije, električne instalacije i transformatore energije, generatore pare i razvodne instalacije, prijem, skladištenje i distribuciju goriva za kotlove, položaj i dizajn posuda pod tlakom, skladištenje pitke vode, tretiranje i izlijevanje otpadne vode.

2.2. HLADNO PREŠANA I NERAFINIRANA ULJA S VISOKIM UDJELOM NEZASIĆENIH MASNIH KISELINA

2.2.1. Ulje konoplje (*Cannabis sativa L.*)

Konoplja je jednogodišnja zeljasta biljka koja se prvenstveno uzgaja kao prediva biljka za dobivanje vlakana (tekstilna konoplja), a također je od velikog značaja i proizvodnja konoplje za sjeme koje se koristi za proizvodnju ulja. Podjela konoplje na niže sistematske jedinice nije jedinstvena, jer Small i Cronquist (1976) smatraju da postoji samo jedna vrsta *Cannabis sativa*, ali s dvije podvrste: C. *sativa* L. subsp. sativa (nije psihoaktivna) i C. *sativa* subsp. indica (Lam.) (psihoaktivna).

Prema udjelu tertahidrokanabinola (THC) koji je glavna je psihoaktivna tvar u konoplji postoje 3 vrste konoplje: konoplja s visokim udjelom THC-a (2-6% THC-a), konoplja s manjim udjelom THC-a te konoplja za uzgoj vlakana (manje od 0,25% THC-a). Konoplja s udjelom THC-a manjim od 1% predstavlja industrijsku konoplju. Sjemenke konoplje sadrže 20-25% proteina, 20-30% ugljikohidrata, te 10-15% netopljivih vlakana, što ih čini izrazito nutritivno vrijednom hranom (Sacilik i sur., 2003). Sadrže antioksidanse, proteine, karotene, fitosterole, fosfolipide te značajan udjel minerala, uključujući kalcij, magnezij, sumpor, kalij, cink i fosfor. Jedna od vrijednih karakteristika sjemenki industrijske konoplje je i aminokiselinski sastav. Proteini industrijske konoplje, kojih u sjemenkama ima oko 25%, dobar su izvor esencijalnih aminokiselina naročito metionina i cisteina, aminokiselina koje sadrže sumpor, kao i arginina i glutaminske kiseline (Odani i Odani, 1998; Callaway, 2004). Sjemenke konoplje odlikuje ih visoki udjel ulja, 30-35% po masi sjemenke, a kod nekih vrsta i do 50% ulja (Wilkerson, 2008).



Slika 1. Sjemenke konoplje (Anonymous 1, 2017)

Sjeme i ulje konoplje se danas koristi u Francuskoj, Kini, Mađarskoj, Rumunjskoj, Ukrajini, Čileu te je sve veći porast uzgoja i korištenja u Sjevernoj Americi, Turskoj i Španjolskoj (Chen i sur., 2010; Oomah i sur., 2002; Sacilik i sur., 2003). U državama Europske

unije danas je dozvoljen uzgoj konoplje s udjelom THC-a nižim od 0,2% u suhoj tvari biljke (Kriese i sur., 2004).

U Hrvatskoj potencijalna korist uzgoja ove biljke još uvijek nije u potpunosti prepoznata, ali proizvodnja je svakim danom sve veća, te se konoplja može uzgajati u svrhu proizvodnje hrane i hrane za životinje. Uzgoj mora biti odobren od Ministarstva poljoprivrede sukladno Pravilniku o uvjetima za uzgoj konoplje, načinu prijave uzgoja maka te uvjetima za posjedovanje i promet opojnih droga u veterinarstvu (2012). Konoplja je biljka koja se odlično uklapa u principe ekološke proizvodnje jer ne zahtjeva primjenu pesticida i funkcionira kao prirodni herbicid. U Hrvatskoj se u razdoblju od 2012. do 2014. godine uzgoj konoplje povećao sa 106 na 658 ha, i to za sjeme, koje se dalje prerađuje u ulje i brašno.

Ulje proizvedeno iz sjemenki konoplje bogat je izvor esencijalnih masnih kiselina koji imaju povoljan utjecaj na ljudsko zdravlje. Sadrži ω-6, linolnu masnu kiselinu oko 50% i ω-3, α-linolensku masnu kiselinu oko 20% (Callaway i Pate, 2009). Udio ovih esencijalnih masnih kiselina odgovara uravnoteženom omjeru linolne i α-linolenske kiseline, iznosi 3:1 i gotovo je idealan. Ovakav omjer esencijalnih masnih kiselina pronađen je u mediteranskoj i japanskoj prehrani, za koje se smatra da imaju jedan od najpovoljnijih učinaka na krvožilni sustav ljudi (Teh i Birch, 2013). Svojim sastavom konopljino ulje osigurava sve potrebe za esencijalnim masnim kiselinama.

Konopljino ulje sadrži do 0,5 - 4,5% γ-linolenske kiseline te 0,3 - 1,6% stearidonske kiseline koje nisu sadržane u biljnim uljima koja se uobičajeno koriste u prehrani po čemu je konopljino ulje jedinstveno. Sadrži 10% zasićenih masnih kiselina (Wilkerson, 2008). Neki liječnici na temelju istraživanja smatraju da je ovakav sastav ulja koristan protiv raznih bolesti: dijabetesa, raznih bolesti očiju, osteoporoze, alkoholizma, raka, visokog krvnog tlaka, bolesti srca i dr.

Osim esencijalnih masnih kiselina, hladno prešano konopljino ulje iz sjemenki, odličan je izvor bioaktivnih komponenata poput tokoferola, tokotrienola i fitosterola. Brojne studije dokazale su da ti spojevi smanjuju rizik od nastanka kardiovaskularnih bolesti, nekih vrsta tumora i promjena povezanih sa starenjem (Sies i sur., 1991; Timmermann, 1990; Leger, 2000). Ukupni udjel tokoferola je 600 - 800 mg kg^{-1} od čega oko 90% čini γ-tokoferol, α- i δ-tokoferoli čine oko 5% a β-tokoferol oko 1% od ukupne količine tokoferola (Oomah i sur., 2002; Matthäus i Brül, 2008; Teh i Birch, 2013). Udjel ukupnih fitosterola iznosi oko 4000 - 6700 mg kg^{-1}s dominantnim β- sitosterolom (Matthäus i Brül, 2008).

Za hladno prešano ulje konoplje karakteristična je zelena boja (različitih intenziteta) i ugodan, pomalo gorkast okus po orašastim plodovima. Takva karakteristična zelena boja ulja potječe od klorofila koji se tijekom prešanja otapa u ulju, a prisutan je u udjelu od oko 75 mg kg^{-1} što je znatno više nego u lanenom ili sojinom ulju (Teh i Birch, 2013). Zelenkastoj boji pridonose i karotenoidi, te oni i klorofili zbog antioksidacijskih svojstava pridonose i nutritivnoj vrijednosti ulja. Ulje konoplje se osim u prehrani koristi i u kozmetici jer djeluje antimikrobno, protuupalno, uravnotežuje pH i vlažnost kože, sprječava starenja kože, te djeluje antioksidacijski (Wilkerson, 2008).

Proizvodnjom ulja od sjemenki industrijske konoplje, postupkom prešanja, kao nusprodukt nastaje odmašćena konopljina pogača.

2.2.2. Lan (*Linum usitatissinum* L.)

Lan je jedna od najstarijih kultiviranih biljaka i nekad glavna tekstilna biljka na području umjerene i hladnije klime, te je jedna od prvih ljekovitih biljaka. Glavni proizvođači sjemena lana su Argentina, SAD, Kanada, Indija i Rusija. Rusija je najveći proizvođač lanenih tekstilnih vlakana, sa 70% učešća u svjetskom tržištu (Dimić, 2005). U Republici Hrvatskoj je proizvodnja lana dosta mala pa je tek 20 hektara obradivih površina zasijano lanom.

Lan se uzgaja zbog primjene u tri svrhe:

- samo za vlakno - tekstilni lan;
- za sjeme - uljani lan i
- kombinirano - za vlakno i sjeme (Stanković i Petrović, 1998).

Lan je jednogodišnja ili dvogodišnja zeljasta biljka, a može biti ozimi i jari. Stabljike su pojedinačne, zeljaste, uspravne, visine 30-80 cm i cvjetovi se nalaze na dugačkim peteljkama. Korijen je vretenast i slabe usisne snage, čini samo 9-15% ukupne mase biljke. Glavni korijen ne prodire dublje u tlo, pa se u površinskom sloju razvija postrano korijenje. Cvjetovi su samooplodni s mogućom stranooplodnjom. Plod je tobolac okruglastog oblika, a na vrhu zašiljen. Ima pet pregrada podijeljenih u pet dijelova, a svaki je dio podijeljen na dva dijela u kojima se nalazi po jedna sjemenka, što znači da u tobolcu može biti 10 sjemenki. Masa 1 000 sjemenki iznosi 3 – 15 g, a hektolitarska težina iznosi oko 70 kg. Lan nije posebno izbirljiv na tip tla i njegovu plodnost. Ipak, visoke i stabilne prinose daje samo na strukturnim tlima s

dobrim vodno-zračnim osobinama. Poznato je da mu odgovaraju prohladnija područja vlažnije i umjerene klime (Šimetić, 2008).

Sjeme lana je najbogatiji izvor lignana, međutim ti spojevi nisu topivi u ulju. Laneno sjeme ima i laksativno djelovanje pri čemu sjeme nabubri čime povećava obujam crijeva, raširi ga i pospješuje peristaltiku.

Sjeme lana bogato je uljem, proteinima i dijetalnim vlaknima. Morris (2007) navodi prosječni sastav sjemena lana koje sadrži 41% masti, 20% proteina, 28% vlakana, 7,7% vode i 3,4% pepela. Prema istraživanjima provedenim na lanenom sjemenu uzgojenom u Republici Hrvatskoj udjel ulja kretao se od 35-40% (Obranović, 2015).

Laneno ulje pripada grupi sušivih ulja zbog visokog sadržaja nezasićenih masnih kiselina. Sjeme lana je bogato uljem i proteinima, ali sadržaj ulja veoma ovisi o vrsti. Sirovo laneno ulje ima tamno žutu boju i jak, specifičan miris i okus. Laneno ulje se također koristi i u tehničke svrhe, za proizvodnju boja, lakova, mekih sapuna, tiskarskih boja i linoleuma, zbog izuzetno visokog jodnog broja i velike količine linolenske kiseline, a također i za proizvodnju nekih farmaceutskih preparata. Laneno ulje se razlikuje od drugih jestivih ulja zbog sastava masnih kiselina, točnije visokog udjela α- linolenske kiseline, koja čini više od 50% ukupnog sastava masnih kiselina. Osim što je odličan izvor omega-3 masnih kiselina, laneno ulje je i dobar izvor omega-6 masnih kiselina, odnosno linolne kiseline. Zbog specifičnog sastava masnih kiselina, laneno ulje je veoma osjetljivo na oksidaciju i ima prilično slabu održivost. Masne kiseline oksidirajući daju ulju strane mirise (užeglost) (Šimetić, 2008).

Laneno ulje treba čuvati u hladnjaku do upotrebe, tj. na suhom i hladnom mjestu, a nakon otvaranja potrošiti čim prije.



Slika 2. Laneno ulje (Anonymous 2, 2016)

U procesu proizvodnje ulja, dobije se nusproizvod pogača, od koje se može proizvoditi i laneno brašno. Laneno brašno sadrži oko 35% proteina, od kojeg je 85% probavljivo i ima sposobnost da djeluje blago i regulativno na probavni sustav (Šimetić, 2008).

2.2.3. Orah

Pitomi orah, *Juglans regia,* iz obitelji *Juglandaceae* je listopadno stablo, razgranate, kuglasto zaobljene krošnje, visoko do 25 m, podrijetlom s Kavkaza. Cvjetovi su sitni, neugledni, cvate prije listanja, u travnju i svibnju, a plodovi sazrijevaju u listopadu. Uzgojem je široko rasprostranjen i u Europi, i to posebno u Francuskoj gdje se uzgaja radi ploda. Njegov plod je koštunica građena od zelenog vanjskog mesnatog ovoja unutar kojeg se nalazi tvrda jezgra. Orahova jezgra izrazito je bogata uljem i sadržaj ulja se kreće od 50 do 60, pa čak i 70%.

Orah je bogat hranjivim tvarima, sadrži 16,7% bjelančevina, 15,9% ugljikohidrata i 66,9% masti. Visok je sadržaj nezasićenih masnih kiselina, a posebno linolne i linolenske koje su i esencijalne. Osim visokog sadržaja osam esencijalnih aminokiselina, orah također sadrži puno arginina i znatnu količinu vitamina i minerala. Od vitamina u orahu ima vitamina B kompleksa, tiamina, riboflavina, niacina, folne kiseline, vitamina E i vitamina K. Od minerala u orahu su prisutni kalcij, željezo, magnezij, fosfor, cink, bakar, mangan i selen. Od fitonutrijenata u orahu ima fitosterola posebno β-sitosterola (Kris-Etherton, 2014).



Slika 3. Orah (Anonymous 3, 2016)

Proizvodnja orahovog ulja ima sezonski karakter (od sredine prosinca do kraja ožujka), zbog velike osjetljivosti jezgre na oksidaciju.

Ulje oraha iznimno je bogato ω-3 i ω-6 esencijalnim masnim kiselinama i zato se svrstava u ulja visoke biološke vrijednosti.



Slika 4. Ulje oraha (Anonymous 4, 2016)

Prema istraživanjima (Grace i sur., 1986) orahovo ulje ovakvog sastava utječe na smanjene razine kolesterola i triglicerida, ima zaštitnu ulogu kod kardiovaskularnih oboljenja i karcinoma te značajnu preventivnu ulogu u modifikaciji lipoproteinskog profila, a također je dokazano i antibakterijsko i antifungalno djelovanje. Orahovo ulje zbog visoke sposobnosti sušenja (visok jodni broj) osim u jestive svrhe, pogodno je i za proizvodnju slikarskih boja.

Orahovo ulje je zlatno-žute do svjetlo smeđe boje i može se proizvoditi kao nerafinirano ulje. Dobiveni ostatak nakon prešanja, pogača, koristi se kao stočna hrana ili za proizvodnju raznih prehrambenih proizvoda.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. PROJEKTNI ZADATAK

Nalaže se izrada elaborata tehničko-tehnološkog rješenja pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja.

Cilj projekta je proizvodnja visokokvalitetnog konopljinog, lanenog te orahovog ulja, koja su iznimno bogata esencijalnom omega-3 α-linolenskom kiselinom.

Objekt treba projektirati kao samostojeću jednoetažnu građevinu.

Proizvodnja tehnoloških linija treba zadovoljiti preradu od 200 tona sirovina na godinu pri čemu se proizvodnja planira na bazi 8 satnog radnog vremena u jednoj smjeni, petodnevnom radnom tjednu i 250 radnih dana u godini. U sklopu objekta, uz glavni proizvodni prostor potrebno je projektirati sve prateće proizvodne i neproizvodne sadržaje (prostor za prijem sjemena, skladište sirovina, ambalaže i gotovih proizvoda, garderobe, sanitarne prostorije, laboratorij itd.). Ulja će se na tržište plasirati u tamnim staklenim bocama od 0,1, 0,25 i 0,5L.

Prilikom izrade Elaborata potrebno je izvršiti analizu tehnoloških rješenja te predložiti optimalna tehnološka rješenja za sve faze proizvodnje. Uz to, potrebno je voditi računa o rasporedu i veličini prostorija kako bi se izbjegla tzv. uska grla u proizvodnji, te kako bi se izbjeglo križanje čistih i prljavih puteva. Također je potrebno pratiti i temperaturu u proizvodnom prostoru i higijenu opreme i pribora. Za potrebe navedenih linija u projektiranom objektu treba predvidjeti adekvatan prostor, vodeći računa i o prostoru za sve ostale proizvodne i neproizvodne sadržaje, kako bi se sama proizvodnja mogla odvijati nesmetano.

U sklopu projekta potrebno je, tekstualno i pomoću blok-shema, dati tehnološki opis:

1. Prijema sirovine
2. Pripreme sirovine
3. Proizvodnog procesa
4. Punjenja
5. Pakiranja
6. Skladištenja

Također je potrebno opisati svojstva konoplje, lana i oraha kao sirovina, opisati svojstva proizvoda konopljinog, lanenog i orahovog ulja te zahtjeve za kvalitetom sirovine i proizvoda.

Treba nadalje dati popis svih potrebnih strojeva i tehnološke opreme, odrediti materijalne bilance (normative) proizvodnje, predvidjeti količine sirovina i zbrinjavanje otpada, te prikazati zahtjeve za energentima, radnom snagom kao i organizaciju proizvodnje.

Sve prostorije trebaju biti projektirane sukladno zakonskoj regulativi primjenjivanoj u Republici Hrvatskoj vodeći računa i o standardima EU, a data rješenja u Elaboratu trebaju omogućiti proizvodnju sukladno HACCP-u i ostalim primjenjivim standardima.

Elaboratom je potrebno dati osnovne i tehničke podatke za izradu ostalih projekata i elaborata potrebnih za ishođenje svih dozvola za izgradnju objekta.

3.2. OSNOVE ZA IZRADU TEHNOLOŠKOG PROJEKTA

3.2.1. Analiza makrolokacije

Za makrolokaciju pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja s visokim udjelom omega-3 masnih kiselina izabrana je Zagrebačka županija, područje grada Dugo selo. Odabir ove lokacije temeljio se na dobroj prometnoj povezanosti s okolnim gradovima što olakšava dopremu sirovine u pogon. Također, pogon bi bio smješten u blizini potrošača što snizuje cijenu transporta gotovog proizvoda. Prilikom odabira lokacije vodilo se računa i da se pogon ne nalazi u blizini neke kemijske ili druge industrije koja bi imala štetan utjecaj na proizvodnju.



Slika 5. Poduzetnička zona Dugo Selo (Anonymus 5, 2017)

3.2.2. Analiza mikrolokacije

Izgradnja pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja s visokim udjelom omega-3 masnih kiselina predviđa se u poslovnoj zoni Dugo Selo II. Odabrana je katastarska čestica broj 2143/3, površine 3495 m^2.

Prednosti položaja Poduzetničke zone Dugo Selo očituju se u:

- blizini Zagreba (manje od 20 km od centra grada)
- direktnom izlasku na autocestu na pravcu Zagreb-Lipovac (čvor Rugvica, udaljen manje od 2 km)
- smještaju neposredno uz magistralnu željezničku prugu (u Dugom Selu,raskrižje pravaca Ljubljana-Zagreb-Vinkovci-Beograd i Ljubljana-Zagreb-Koprivnica-Budimpešta)
- neposrednom kontaktu ili blizini priključaka električne energije, vodoopskrbe, plina, telefona i pristupne županijske ceste
- udaljenosti od Zračne luke Zagreb 25 km



Slika 6. Mikrolokacija pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja (Arkod, 2017)

3.2.3. Analiza sirovine

Kvaliteta hladno prešanih i nerafiniranih ulja ovisi o karakteristikama sirovine i tehnološkog procesa proizvodnje. Proizvodnja tih ulja mora biti dio kompletnog lanca, koji započinje već sa posebnim uzgojem kvalitetnog sjemena bez primjene pesticida i kontaminanata. To je iz razloga što se tijekom tehnološkog procesa ne odvija proces rafinacije u kojem bi se pesticidi, kontaminati i zaostale nečistoće mogle ukloniti. Osim pravilne žetve, posebnu pažnju zahtjeva i pravilno skladištenje sjemena čime se utječe i na konačnu visoku cijenu proizvoda.

Dakle, za održavanje kvalitete sirovina tijekom proizvodnje vrlo je važan odabir uvjeta rada te prilagođavanje tehnološkog procesa prerade sjemena uz eventualno uvođenje nekih dodatnih, potrebnih postupaka poput dodatnog čišćenja ili dodatnog sušenja.

U **Tablici 1**. prikazan je sastav sjemena lana, gdje se može vidjeti kako je sjeme izuzetno bogato uljem i proteinima, a sam sadržaj ulja znatno ovisi o sorti.

Tablica 1. Sastav sjemena lana

Komponenta	Karlović i Andrić (1996)	Karleskind (1996)	Hui (1996)*
Ulje (% na ST) -tekstilni lan -uljani lan	 32 – 35 38 – 45	 <40 35 – 45	 - 34
Sirovi proteini (%)	-	-	23
Proteini (% na ST sačme)	32-40	36-40	-
Nedušične tvari (%)	-	-	24
Sirova celuloza (% na ST sačme)	9-11	-	7**
Pepeo (%)	-	-	5

*podaci pri sadržaju vlage u sjemenu od 9%; **sirova vlakna

Udio ulja u sjemenkama industrijske konoplje može znatno varirati s obzirom na sortu i na agroekološke uvjete uzgoja. Sjemenke konoplje su najbogatiji izvor višestrukonezasićenih esencijalnih masnih kiselina sa dobrim omjerom omega-6 i omega-3 masnih kiselina (Tablica 2).

Tablica 2. Sastav masnih kiselina sjemena konoplje

MASNE KISELINE	**ULJE KONOPLJE (% od ukupnih)**		
	Callaway i Pate (2009)	**Leizer i sur. (2000)**	**Wilkerson (2008)**
Palmitinska (C16:0)	5	5-7	6
Stearinska (C18:0)	2	1-2	2
Oleinska (C18:1)	9	8-13	12
Linolna (C18:2ω6)	56	52-62	58
α-linolenska (C18:3ω3)	22	15-25	20
γ-linolenska (C18:4ω6)	4	3-4	1,8
Arahinska (C20:0)	-	0,39-0,79	-
Eikosenoinska (C20:1)	-	0,51	-
Polinezasićene masne kiseline	84	-	-
Omjer ω-6/ω-3	2,55:1	2,85:1	2,9:1

Ulje ploda oraha karakterizirano je visokim sadržajem nezasićenih masnih kiselina. Njihov udio je oko 90%, a udio zasićenih masnih kiselina je oko 10%. U **Tablici 3.** prikazan je sastav masnih kiselina orahovog ulja.

Tablica 3. Dominantne masne kiseline u orahovom ulju

Masna kiselina	Karleskind (1996)	Swern (1972)	Zlatanov i Antova (1998)
Palmitinska C16:0	6 - 8	6 - 11	12
Stearinska C18:0	1 - 3	-	3,1
Oleinska C18:1	14 - 21	12 - 19	18,8
Linolna C18:2	54 - 65	65 - 73	48,7
Linolenska C18:3	9 - 15	3 - 8	15,8

Obzirom na visoke količine višestrukonezasićenih masnih kiselina u lanu, konoplji i orahu posebnu pažnju treba posvetiti uvjetima skladištenja. Kvalitetu izvorne sirovine potrebno je očuvati tijekom skladištenja, tijekom same prerade i pripreme sirovine za izdvajanje ulja, uz sprječavanje kontaminacija nepoželjnim tvarima.

Parametri kvalitete konopljinog, lanenog i orahovog sjemena

Tehnološka kvaliteta sirovina za proizvodnju ulja procjenjuje se prema udjelu ulja, vode i nečistoća. Udio ulja jedan je od važnijih parametar u procjeni kvalitete sjemena. Sjemenke industrijske konoplje sadrže 25 – 35% ulja, sjemenke lana 33 do 43%, dok se udio ulja kod orahove jezgre kreće od 50 do čak 70%.

Udio vode u sjemenu odnosno njegova vlažnost važan je parametar kvalitete. Kod povećane vlažnosti došlo bi do eventualne mikrobne i enzimske degradacije sjemena što bi utjecalo na smanjenje kvalitete sjemena, a time i na kvalitetu krajnjeg proizvoda. Udio vode ovisi o stupnju sušenja i okolišnoj vlazi, a kod konopljinih sjemenki je oko 6%, kod lanenog sjemenja se kreće od 6 do 8%, dok kod oraha iznosi oko 6,5%. Kako bi se spriječili ovi procesi jako je bitno da se sirovina prije skladištenja osuši do skladišne vlažnosti koja je 2% niža od kritične vlažnosti.

Sadržaj nečistoća jako je bitno ukloniti ukoliko želimo proizvesti kvalitetno ulje. Nečistoće su sve strane tvari, organskog i anorganskog podrijetla koje se izdvajaju ili prebiranjem ili prosijavanjem i aspiracijom. Ukoliko se ne uklone, nečistoće mogu oštetiti strojeve, povećati utrošak energije kod sušenja, smanjiti iskorištenje kapaciteta skladišta i sl.

Dodatni parametri u procjeni kvalitete sirovina su: udio proteina, celuloze, sastav masnih kiselina i udio slobodnih masnih kiselina (Dimić, 2005)

3.2.4. Analiza gotovog proizvoda

Ulja

Zahtjevi kvalitete koje u proizvodnji i stavljanju na tržište moraju zadovoljiti proizvodi predviđeni ovim Elaboratom regulirani su Pravilnikom o jestivim uljima i mastima (2012).

Prema ovom Pravilniku ulja su proizvodi koji se dobivaju iz sjemenki ili plodova biljaka, sastoje se od triglicerida masnih kiselina, a mogu sadržavati i neznatne količine drugih lipida kao što su fosfolipidi, voskovi, neosapunjive tvari, mono- i digliceridi i slobodne masne kiseline. Ovisno o tehnološkom postupku koji se primjenjuje u proizvodnji, ulja se razvrstavaju na rafinirana ulja, hladno prešana ulja i nerafinirana ulja. Hladno prešana ulja su proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, prešanjem na temperaturi do 50 °C. Nerafinirana ulja su proizvodi koji se dobivaju iz odgovarajućih sirovina, mehaničkim postupcima, primjerice prešanjem, uz upotrebu topline. U slučaju proizvodnje obje kategorije ulja može se provesti i postupak čišćenja odnosno bistrenja pranjem vodom, dekantiranjem, filtriranjem i centrifugiranjem.

Hladno prešana i nerafinirana ulja stavljaju se na tržište pod nazivima koji su propisani u Pravilniku ili pod nazivom »ulje« nadopunjeno nazivom biljne vrste koja nije navedena. Uz nazive obvezno je navođenje izraza »hladno prešano« ili »nerafinirano«.

Hladno prešana i nerafinirana ulja moraju udovoljavati i sljedećim zahtjevima:

1. da su karakteristične boje;

2. da su miris i okus karakteristični za vrstu sjemena ili ploda, bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa;

3. da ne sadrže više od 2 % slobodnih masnih kiselina (izraženih kao oleinska kiselina);

4. da peroksidni broj nije veći od 7 mmola O_2 kg^{-1}

5. da sadrže najviše 0,4 % vode i tvari hlapljivih na temperaturi od 105 ºC;

6. da sadrže najviše 0,1 % netopljivih nečistoća;

7. da hladno prešana ulja ne sadrže više od 0,15 mg kg^{-1} stigmastadiena.

Proizvodni asortiman projektiranog pogona obuhvatit će hladno prešana ulja konoplje i lana te nerafinirano ulje oraha proizvedeno uz prženje. Obzirom na tehnološke mogućnosti pogona moguće je jednostavno proširenje proizvodnog asortimana u skladu s zahtjevima i potrebama tržišta. Proizvedena ulja punit će se u boce od tamnog stakla volumena 0,1, 0,25 L, 0,5 L..

Pogače

Ovisno o vrsti sirovine iz koje su proizvedene te mogućnostima plasmana, pogače dobivene prešanjem koristit će se za proizvodnju brašna za ljudsku prehranu ili za hranidbu stoke.

Prema Pravilniku o kakvoći stočne hrane (1998) proizvodi i nusproizvodi industrije ulja za hranidbu životinja su pogače, sačme i ljuske. Pogače su proizvodi dobiveni tiještenjem (hidrauličkim ili mehaničkim postupkom) tehnički pripremljenoga (oljuštenoga, mljevenoga, zagrijavanoga i sl.) sjemena, klica ili jezgara u proizvodnji ulja.

Sačme i pogače za hranidbu životinja ovoga Pravilnika moraju udovoljavati ovim općim uvjetima:

1) miris im je svojstven sirovini od koje se proizvode, nemaju miris truleži ili otapala kojim je obavljana ekstrakcija i nisu užegle

2) ne sadrže više od 1% stranih primjesa, a ako su od oljuštena orašca udio stranih primjesa može biti do 2%

3) ne sadrže štetne tvari u količinama većim od dopuštenih.

Brašno pogača pakira se u papirnate vrećice od 1 kg, 2 kg, 10 kg i 20 kg, te skladišti do distribucije.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. TEHNOLOŠKA KONCEPCIJA POGONA ZA PROIZVODNJU HLADNO PREŠANIH I NERAFINIRANIH ULJA

U pogonu za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja s visokim udjelom omega-3 masnih kiselina, od ukupnog godišnjeg kapaciteta od 200 t, 80 t konoplje i 80 t lana prerađivat će se u hladno prešana ulja, a 40 t oraha u nerafinirano ulje proizvedeno tradicionalnim postupkom prešanja uz prženje.

Već očišćeno i osušeno sjeme lana i konoplje, te oljušten, očišćen i osušen plod oraha dopremat će se u pogon, gdje će se skladištiti u regalnom skladištu (Poz. 2) do daljnje prerade. Proizvodnja ulja prostorno je prema funkciji podijeljena na dva dijela, u prostoriju za pripreme sirovine za prešanje s automatskom linijom (Poz. 3) i prešaone (Poz. 4). Nakon prešanja, dobiveno ulje dalje se prebacuje u prostoriju za dekantiranje (Poz. 5), gdje će kroz određeno vrijeme odležavati u tankovima za taloženje. Odležano ulje se čuva u skladištu ulja (Poz. 6) u tankovima za skladištenje, nakon čega odlazi u punionicu (Poz. 11), na automatsku liniju za punjenje i etiketiranje, gdje se puni u boce od tamnog stakla. Upakirana ulja se dalje čuvaju u skladištu gotovog proizvoda (Poz. 13) do distribucije.

U pogonu je predviđena i prostorija za obradu i skladištenje pogače (Poz. 7), skladište ambalaže (Poz. 12), prostorija za agregate (Poz. 8), spremište (Poz. 9a) i pranje pribora (Poz. 9b) te ostali prateći prostori. Neproizvodni dio sastoji se od ureda (Poz. 15), sanitarno-garderobnog prostora (Poz. 18 i 19), čajne kuhinje s blagovaonicom (Poz. 17) i laboratorija (Poz. 14).

Svi prostori projektirani su, sukladno zakonima Republike Hrvatske i uz uvažavanje svih pravila prehrambene struke, u više prostorija, kako bi se izbjeglo križanje putova odnosno vremenski i/ili prostorno odvojio ulaz robe od izlaza. Svi prostori su međusobno povezani na logičan način, prema zahtjevima tehnologije i visokih kriterija higijensko-sanitarnog dizajna. Uz uređaje i opremu u proizvodnim prostorijama predviđen je odgovarajući manipulativni prostor za nesmetanu komunikaciju i prolaz ljudi, viličara i materijala.

4.2. OPIS PROCESA PROIZVODNJE

4.2.1. Skladištenje sirovine

U pogon za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja doprema se, od proizvođača, već očišćeno i osušeno sjeme konoplje i lana te oljušten plod oraha (na oko 7-8% udjela vode), koje se potom odvodi direktno na skladištenje. Sjeme konoplje i lana te oljušten plod oraha, namijenjeni preradi u ulje, pakiraju se u papirnate vreće od 25 kg. Vreće se potom zatvaraju strojem za šivanje vreća, slažu na palete i skladište u etažnom regalnom skladištu pod kontroliranim uvjetima. Skladištenje sirovina u papirnatim vrećama je nužno s obzirom da takav način skladištenja omogućava najbolje prozračivanje čime se onemogućuju različiti oblici kemijskog, biokemijskog i mikrobiološkog kvarenja koji bi mogli narušavati kvalitetu i izvorne sirovine i gotovog proizvoda. Optimalna temperatura u skladištu iznosi oko 10 °C pri relativnoj vlažnosti zraka oko 60-70%, a skladišni prostor mora biti zaštićen od svjetlosti, glodavaca, ptica i insekata. Kako ne bi dolazilo do nepoželjnih posljedica tijekom skladištenja, najvažnije mjere su sušenje uljanog bilja prije skladištenja te stalno prozračivanje, kao i kontrola temperature proizvoda i okolnog zraka. Vrlo je važna i povoljna građevinska konstrukcija skladišta (termo i hidro izolacija).

4.2.2. Čišćenje i mljevenje

Pri proizvodnji nerafiniranog orahovog ulja oljušten plod oraha se prije prerade važe radi kontrole normativa te se putem usipnog koša pneumatskim transportom dovodi do čistilice u sklopu automatske linije za pripremu materijala za prešanje. U čistilici se izdvajaju eventualno zaostale nečistoće, većinom dijelovi ljuske te se orah zatim mora usitniti u mlinu do potrebne veličine čestica, optimalne za daljnju preradu. Postupak mljevenja provodi se radi razaranja stanica biljnog tkiva i kako bi se povećala ukupna površina materijala, odnosno površina kroz koju se vrši ekspanzija ulja prilikom prešanja. Ta dva efekta pridonose dobrom izdvajanju ulja i boljem iskorištenju prešanja.

Izrazito je važno da se melje jednolično. Sitna meljava omogućuje lakše izdvajanje ulja pri prešanju, ali kod presitno mljevenje sirovine je otežano izdvajanje ulja i difuzija. Za mljevenje sjemenki uljarica najčešće se upotrebljavaju razne izvedbe mlinova na valjke, noževe i sl. (Kemper, 2005).

4.2.3. Miješanje

Samljeven materijal dalje ide u miješalicu/kondicioner gdje mu se dodaje 15% tople vode i 1% soli te se postupak miješanja provodi dok se ne dobije masa odgovarajuće konzistencije. Postupak miješanja u ovom slučaju se naziva još i kondicioniranje, a provodi se u svrhu boljeg oslobađanja ulja iz stanica uslijed narušavanja stanične strukture i sakupljanja ulja u veće kapljice. Konopljino i laneno sjeme moguće je prešati cijelo bez faza mljevenja i miješanja, ali je ukoliko se procijeni da je potrebno moguće provesti i ove operacije vodeći računa da temperatura kojoj se izlaže materijal ne prelazi 50 °C. Samljeveno sjeme se dalje odvodi na prešanje na pužnu prešu, a samljeveni plod oraha se stavlja u pržionik.

4.2.4. Prženje

Termička obrada ili postupak prženja tijesta provodi se u pržioniku. Pržionik se sastoji od dva kotla izrađena od sivog lijeva s masivnim ojačanim dnom. Ukupni kapacitet prženja dva pržionika ø100 cm iznosi oko 120 kg/h. Miješanje mase provodi se pomoću dva miješala. Miješalica odnosno strugač rotira u dnu kotla te osigurava da ne dođe do zagorijevanja smjese na stjenkama pržionika kako ne bi došlo do stvaranja negativne arome ulja. Zagrijavanje se vrši pomoću zemnog plina, pare nastale prženjem se odvode napama, a dimni plinovi sustavom cijevi. Postupak prženja tijesta oraha ima ključnu ulogu u nastajanju arome ulja oraha budući da se tijekom prženja razvijaju tvari koje su nosioci karakterističnih senzorskih svojstava. Dodatno se pospješuje oslobađanje ulja, a voda dodana u prethodnoj operaciji isparava (Murkovic i sur., 2004). Prema autorima Kita i Figiel (2007) koji su istraživali utjecaj uvjeta prženja na svosjtva oraha najbolja senzorska svojstva imali su orasi prženi pri 130-150 °C u trajanju od 15-20 minuta. Druga grupa autora predlaže temperaturu prženja oraha od 160 °C, a vrijeme prženja 15 minuta kao optimalne uvjete pri proizvodnji orahovog ulja (Vaidya i Eun, 2013).



Slika 7. Pržionici (Mojstrovina, 2017)

4.2.5. Prešanje

Prešanje je tehnološki postupak tijekom kojeg se iz pripremljenog sjemena, mehaničkim putem, primjenom tlaka izdvaja ulje (Rabrenović, 2011). Izdvajanje ulja prešanjem proces je još od davnina, a samim njegovim razvojem mijenjali su se uređaji na kojima se ono izvodilo. U početku su to bile ručne preše, preše na vijak, preše na klin itd., koje su radile pod malim tlakovima i zbog toga je bilo nedovoljno iskorištenje sirovine. Pojavom hidrauličkih preša omogućeno je dobivanje većih tlakova pomoću malih sila (Firestone i sur., 1996), a uvođenjem pužnih preša omogućen je kontinuirani proces izdvajanja ulja prešanjem (Fils, 2000). Prešanje konopljinog i lanenog sjemena će se vršiti na pužnoj preši, a prešanje sjemena oraha na hidrauličkoj preši.

Pužna preša radi na principu da pužnica gura sjemenje iz većeg slobodnog prostora u manji, time se smanjuje volumen i raste tlak i cijedi se ulje. Prešanje se vrši u uvjetima s minimalnim utjecajem kisika, moguće je i prešanje pod dušikom pri temperaturama do 50°C. Kao nusproizvod prešanja nastaje pogača. Pogača se melje i koristiti za daljnju preradu u brašno te kao stočna hrana.



Slika 8. Pužna preša (Mojstrovina, 2017)

Temperatura sirovog ulja na izlazu iz preše je jako važna i kod hladno prešanih ulja ne bi smjela biti iznad 50° C (Pravilnik, 2012). Prilikom kretanja materijala kroz prešu dolazi do trenja unutar samog materijala te između materijala i preše što može povisiti temperaturu materijala. Tada se prešanje mora provesti na nižem tlaku, odnosno blažim uvjetima pri čemu dobijemo manji prinos ulja jer je zaostatak ulja u pogači veći (Bockisch, 1998).

Prešanje ploda oraha vršit će se u hidrauličkoj preši. Iako su danas rijetko prisutne u velikim industrijskim pogonima, hidrauličke preše su ponovno doživjele afirmaciju u pogonima manjih kapaciteta upravo za dobivanje jestivih nerafiniranih ulja. Najviše se koriste za dobivanje nerafiniranog bučinog ulja, a sve više i za dobivanje djevičanskog suncokretovog i sezamovog ulja (Dimić, 2005). Princip rada hidrauličke preše zasniva se na Pascalovom zakonu koji kaže da se primijenjeni tlak u tekućinama širi na sve strane jednako, što znači da se primjenom male sile može dobiti veliki pritisak, odnosno izvršiti veliki rad (Williams, 2005). Uslijed djelovanja visokog tlaka dolazi do istiskivanja ulja iz pripremljene mase samljevenog ploda oraha. Kao nusproizvod prešanja također nastaje pogača koja se dalje usitnjava na mlinu za pogaču. Usitnjena pogača se privremeno skladišti a nakon toga se koristi za daljnju preradu ili stočnu hranu s obzirom da sadrži zaostalih 10-12% ulja i visok udio proteina.



Slika 9. Hidrauličke preše (Mojstrovina, 2017)

4.2.6. Bistrenje

U prešanom sirovom ulju, bez razlika u odnosu na proces proizvodnje, nalazimo primjese koji se mogu podijeliti na netopljive mehaničke nečistoće, vodu i sluzne tvari. Oni nepovoljno utječu na kvalitetu i senzorska svojstva ulja pa je od velike važnosti da se izdvoje iz ulja. Ako je sjeme ispravno pripremljeno, u svim prešanim uljima, vode ima u malim količinama, a ulje s većom količinom vode dobijemo prešanjem vlažnog sjemenja. I količina sluznih tvari je veća u sirovom ulju vlažnog sjemenja te u ulju sjemenja kod kojeg su uslijed kvarenja započeli procesi razgradnje ili procesi dozrijevanja sjemenja nisu bili do kraja završeni. Povećana količina vode i sluznih tvari u prešanom ulju otežava odvajanje mehaničkih nečistoća. Sitniji ili krupniji dijelovi sjemenja ili plodova (jezgra, ljuska) koji su s uljem prošli kroz sita tijekom prešanja su netopljive mehaničke nečistoće. Veći tlak tijekom prešanja, finije samljeven materijal prije prešanja i preveliki otvori na istrošenim sitima daju veću količinu mehaničkih nečistoća u sirovom ulju. Netopljive nečistoće se iz ulja izdvajaju tehnikama taloženja, filtracijom i centrifugalnom separacijom.

Taloženje ili sedimentacija je najjednostavniji način izdvajanja mehaničkih nečistoća, ali i najdugotrajniji. Sirovo ulje ispušta se u rezervoare, a na dnu posude talože se nečistoće čija je specifična gustoća veća od ulja. Čestice nečistoća se talože prirodnim putem, a zbog utjecaja viskoznosti ulja i male razlike u specifičnoj gustoći između čestica i ulja, brzina taloženja je vrlo mala. Kako bi se taloženje, koje obično traje od nekoliko dana do nekoliko mjeseci, ubrzalo

koriste se rezervoari s postavljenim slavinama na raznim visinama za ispuštanje gornjih slojeva ulja koji su se već izbistrili (Dimić, 2005).

Ulje dobiveno prešanjem prebacuje se pumpom u tankove za taloženje od nehrđajućeg čelika volumena 800 L. Pri taloženju bitnu ulogu odigrava temperatura koja ne smije biti preniska. Taloženje će se vršiti kroz 5-10 dana pri temperaturi 22-24 °C. Završetkom taloženja bistro ulje se ispušta iz tanka i pumpom odvodi u skladišne spremnike.

4.2.7. Skladištenje i punjenje ulja

Hladno prešana i nerafinirana biljna ulja su vrlo nestabilna i osjetljiva. Kako bi biljna ulja zadržala traženu kvalitetu do potrošnje važno je tijekom skladištenja i pakiranja kontrolirati cijeli niz parametara, jer zbog njihove velike osjetljivosti i kod najmanjeg propusta postaju neupotrebljiva. Do promjena u ulju dolazi pod utjecajem kisika, temperature i svjetlosti. Prije punjenja u manju ambalažu jestiva ulja drže se u rezervoarima od nehrđajućeg čelika (List i sur., 2005).

Bistro odležano ulje centrifugalnom pumpom dospijeva u spremnike od nehrđajućeg čelika volumena 1250 L, u kojima se čuva do punjenja u boce. Atmosfera dušika u skladišnim tankovima održava se sustavom za inertni plin. Čuvanje ulja u odgovarajućim uvjetima i pri odgovarajućoj temperaturi štiti ulje od oksidacijskog kvarenja i na taj način produžava njegovu trajnost.

Prije samog punjenja u boce, ulje se provodi kroz pločasti filter kako bi se uklonio zaostali talog. Punjenje konopljinog, lanenog i orahovog ulja vršit će se na automatskoj punilici, čepilici i etiketirki, kapaciteta 1000 kom h^{-1}. Za ulja, s obzirom na slabu oksidacijsku stabilnost, karakteristično je da se pune u boce od tamnog stakla ili drugu ambalažu s adekvatnom zaštitom od faktora kao što su svijetlo i kisik koji pospješuju procese oksidacijskog kvarenja.

Nakon pripreme, ulje se puni u ambalažu i zatvara. Proces pakiranja završava obilježavanjem pojedinačnog ili zbirnog pakiranja, etiketiranjem i paletizacijom. Ambalažni materijali koji se najčešće koriste za pakiranje jestivih ulja su: staklo, spremnici od nehrđajućeg čelika i polimerni materijali (Dimić, 2005). Napunjene i etiketirane boce ručno se prebacuju u kartonsku ambalažu, slažu na palete te odvode u skladište gotovog proizvoda sve do distribucije.

Ambalaža zajedno sa proizvodom čini cjelinu i na taj način je proizvod zaštićen od utjecaja različitih čimbenika. Ambalažni materijali trebaju u potpunosti zaštiti proizvod od vanjskih utjecaja i moguće interakcije s njima, imati dobra fizikalno-mehanička i barijerna svojstva, udovoljiti dimenzijskim zahtjevima uz mogućnost lakog otvaranja te pružiti potrošaču sve potrebne informacije (Curaković i sur., 1996). Važno je da ambalaža osim zaštitne funkcije ima i zanimljiv oblik i dizajn kako bi proizvod oku bio privlačniji i kako bi se moglo utjecati na želje potrošača (Dimić, 2005).

Upakirana biljna ulja skladište se u suhe, prozračne prostorije bez direktnog dnevnog svjetla. Trebaju biti toplinski izolirana radi lakšeg održavanja temperatura skladištenja.

4.2.8. Pogača

Nakon prerade uljarica zaostaje nusproizvod (pogača) koja je vrijedan izvor proteina. Sadržaj proteina daje nutritivnu vrijednost pogače, stoga se pogače koriste kao krmiva za hranidbu životinja izravno i za pripremu krmnih smjesa. Osim što je izrazito bogata bjelančevinama, sadrži i visok udio zaostalog ulja, vlakana, minerala i drugih tvari te stoga svoju veliku primjenu pronalazi i uporabom u proizvodnji hrane. U sastav pogače, uz lipidne tvari ulaze celuloza, mineralne tvari i bjelančevine. Debljina pogače regulira se odgovarajućom konstrukcijom izlaznog konusa, a to ujedno utječe na radni tlak u preši. Što je otvor na glavi preše manji, tlak u preši je veći i obrnuto (Williams, 2005).

Nakon prešanja dobivena pogača ide u mlin za mljevenje kako bi se usitnila u brašno. Potom se važe i pakira u papirnate vrećice od 1kg, 2kg i 10kg, te skladišti do distribucije.

4.3. POPIS UREĐAJA I OPREME

Popis uređaja i tehnološke opreme pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja prikazan je u **Tablici 4.** s pozicijama koje su jednake poziciji na tlocrtu (slika 12). Uređaji su izrađeni od nehrđajućeg čelika te su odabrani prema potrebi za dnevnu proizvodnju kroz 7,5 sati radnog vremena. Svi uređaji upotrebljavani tijekom proizvodnje i skladištenja ulja moraju biti izrađeni od nehrđajućeg čelika jer u dodiru s uljem ne reagira kao prooksidans.

Tablica 4. Popis uređaja i tehnološke opreme

POZICIJA	KOMADA	VRSTA OPREME	DIMENZIJE mm (dužina*širina*visina)
1	1	Paletna vaga	555 x 1150
2	1	Ručni viličar (električni)	800 x 525 x 1160
3	11	Paletni regal	
4	1	Čistilica	400 x 400 x 900
5	1	Mlin na noževe	600 x 600 x 500
6	2	Miješalica	1000 x 500 x 1500
7	1	Ventilacijski sustav sa filtrom	400 x 400 x 600
8	1	Upravljački panel s elektro-ormarom	500 x 200 x 500
9	2	Pržionik	2200x1100x1750
10	1	Transportna kolica	850 x 500 x 220
11	2	Pužna preša	1700 x 600 x 1200
12	2	Hidraulička preša	1.500x1.000x2.000
13	3	Centrifugalna pumpa	400 x 300 x 300
14	5	Spremnik za taloženje ulja, 800 L	ø800 x 2220
15	8	Spremnik za skladištenje ulja, 1250 L	ø1116 x 3100
16	1	Mlin za pogaču	600 x 1200 x 1000
17	1	Stroj za uvrečavanje pogače	1100 x 1400 x 1000
18	1	Pločasti filter	400 x 650 x 570
19	1	Automatska punilica, čepilica, etiketirka	1500 x 5600 x 2200

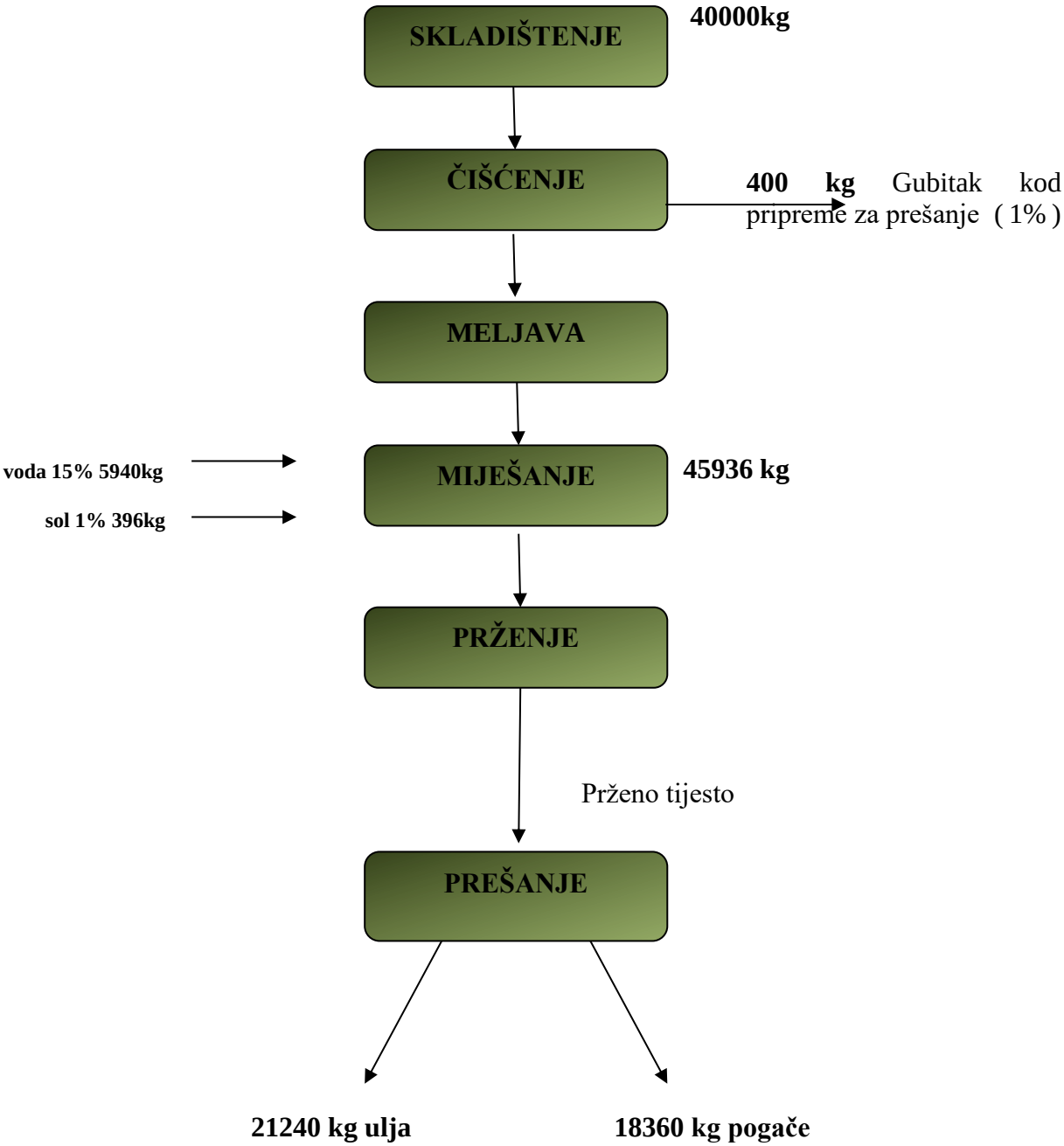
4.4. MATERIJALNA BILANCA TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE

Materijalna bilanca zasniva se na načelu da tvari ne mogu nestati niti nastati ni iz čega. Vrijedi zakon o očuvanju mase, a to je da masa materijala koji ulazi u proces jednaka je masi materijala koji izlazi iz procesa. Materijalna bilanca opisuje količine materijala koje prolaze kroz proizvodni proces u prehrambenoj industriji, tako što se prati ulaz i izlaz u određenom procesu te određuje količina različitih materijala u procesu (Pleština i Neđeral, 2014). Materijalna bilanca projektiranog pogona na godišnjoj razini dana je u **Tablici 5**.

Prema iskustvima proizvođača konopljinog ulja za proizvodnju 1 litre hladno prešanog ulja potrebno je između 4 i 5 kilograma sjemena konoplje (Beti, 2014). Iskorištenje kod hladnog prešanja lana prema Obranović (2015) kreće se između 75 i 80%, dok se proizvodnjom nerafiniranog ulja oraha može postići iskorištenje od 80-85% (Kita i Fiegel, 2007).

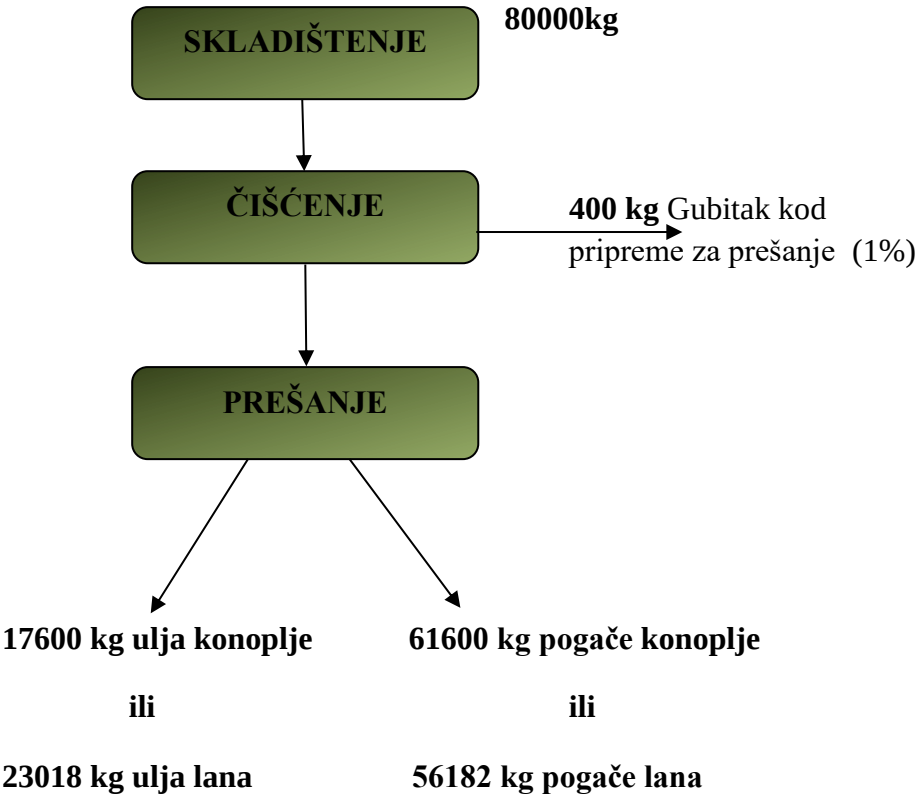
Proizvodni pogon projektiran je na osnovu godišnjeg kapaciteta sirovine od 200 t. Od toga će u proizvodnju hladno prešanih ulja konoplje i lana ići po 80 t a u proizvodnju nerafiniranog ulja oraha uz prženje 40 t. Materijalna bilanca izračunata je obzirom na srednje vrijednosti navedenih iskorištenja i na osnovu literaturnih podataka procijenjene vrijednosti za udjele ulja odnosno 32,5% za konoplju, 37,5% za lan i 65% za orah.

Na slici 10. prikazana je materijalna bilanca proizvodnje nerafiniranog ulja oraha proizvedenog uz prženje, a izračunato na osnovi godišnjeg kapaciteta od 40 t. Prikazani gubici procesa proizvodnje su 1% prilikom pripreme za prešanje.



Slika 10. Blok shema procesa proizvodnje nerafiniranog ulja oraha uz prateću materijalnu bilancu (vlastita shema)

Na slici 11. je prikazana materijalna bilanca procesa proizvodnje hladno prešanih ulja konoplje i lana bazirana prema godišnjem kapacitetu od 80 t.



Slika 11. Blok shema procesa proizvodnje hladno prešanog konopljinog i lanenog ulja uz prateću materijalnu bilancu (vlastita shema)

Tablica 5. Godišnji kapaciteti proizvodnje uljare

Materijal	**Konoplja**	**Lan**	**Orah**
Sirovina – ulaz (t god^{-1})	80	80	40
Proizvedeno hladno prešano ili nerafinirano ulje (t god^{-1})	17,60	23,02	21,24
Proizvedena pogača (t god^{-1})	61,60	56,18	18,36
Gubitak u proizvodnji (t god^{-1}) (nečistoće, talog, rasipanje)	0,80	0,80	0,40

Obzirom na planirani godišnji kapacitet i broj radnih dana u godini koji iznosi 250 dana (planiranih 100 dana za preradu konoplje, 100 dana za preradu lana i 50 dana za preradu oraha) te 7 efektivnih radnih sati dnevno definiran je slijedeći satni kapacitet prerade:

1) Linija za proizvodnju hladno prešanih ulja - 120 kg h^{-1} (dvije pužne preše)

2) Linija za proizvodnju nerafiniranog ulja oraha - 120 kg h^{-1} (dvije hidrauličke preše)

4.5. ENERGETSKA BILANCA TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE

Tablica 6. Podaci za potrošnju električne energije, vode i zemnog plina dobiveni od proizvođača opreme

UREĐAJ	**INSTALIRANA SNAGA (kW)**	**VODA (m^3 h^{-1})**	**Instalirana snaga zemnog plina (kW)**
Čistilica	1,1 + 0,55 + 0,37		
Mlin	11 + 0,37		
Mješalica	2 x 4		
Pržionik	2 x 0,55	0,04	2 x 20
Upravljački panel	0,1		
Hidraulička preša	2 x 4		
Pužna preša	2 x 4		
Pumpa za ulje	1,1		
Mlin za pogaču	7,5		
Stroj za uvećavanje	4		
Punilica, čepilica i etiketirka	4		
Kompresor	2		
Ručni viličar (električni)	2,9		
UKUPNO	**60,09**	**0,04**	**40**

- **Ukupni utrošak električne energije**

Instalirana snaga tehnoloških uređaja i opreme cca. 60,09 kW

Klimatizacija procjena 5 kW

Rasvjeta procjena 5 kW

UKUPNA INSTALIRANA SNAGA cca. 70 kW

Uzevši u obzir istovremenost rada uređaja i linija procjenjuje se faktor istovremenosti 0,35 iz čega proizlazi korigirana instalirana snaga od 24,5 kW.

Dnevna potrošnja el. energije 24,5 x 7 = cca. 170 kWh dan^{-1}

- **Ukupni utrošak vode**

Uposleno osoblje	cca. 200 L dan^{-1}
Tehnološke potrebe	cca. 40 L dan^{-1}
Pranje pogona i pribora	cca. 500 L dan^{-1}
UKUPNO:	740 L dan^{-1}

- **Otpadna voda**

Ukupna dnevna količina otpadne vode	700 L dan^{-1}

- **Ukupni utrošak plina**

Tehnološke potrebe	cca. 40 kW

UKUPNO INSTALIRANO: 40 kW uz faktor istovremenosti 0,15 iz čega proizlazi korigirana snaga 6 kW

Dnevna potrošnja plina	6 x 7h = cca. 42 kWh dan^{-1}
	= cca. 4 m^3 dan^{-1}

4.6. POPIS TEHNOLOŠKIH PARAMETARA PROSTORIJA

Tablica 7. Popis prostorija pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja

Redni broj	**Naziv**	**Površina (m^2)**
1	Prostor za prijem	15
2	Skladište sirovine	80,09
3	Prostor za pripremu sirovine za prešanje	24,06
4	Prešaona	37,58
5	Dekantiranje ulja	12,50
6	Skladište ulja u spremnicima	28,37
7	Prostor za obradu pogače	21,53
8	Prostor za agregate	6,40
9	Spremište pribora za sanitaciju	5,20
10	Punionica za viličare	5,16
11	Punionica	40,65
12	Skladište ambalaže	20,97
13	Skladište gotovog proizvoda	20,27
14	Laboratorij	17,37
15	Ured	15,45
16	Toalet za neproizvodne djelatnike	2,65
17	Čajna kuhinja i blagovaonica	16,64
18	Ženski garderobno-sanitarni blok	18,71
19	Muški garderobno-sanitarni blok	17,88
21	Hodnik	45,35

4.7. POTREBNA RADNA SNAGA

S obzirom na specifičnost i organizaciju proizvodnje hladno prešanih i nerafiniranih ulja, veći broj djelatnika udovoljava potrebama različitih radnih mjesta. Proizvodnja ulja, dekantiranje i punjenje ulja u staklenu ambalažu su vremenski odvojene operacije pa se procjenjuje da će planiranu proizvodnju obavljati struktura djelatnika 1VSS + 3KV, odnosno ukupno 4 djelatnika, koji će se raspoređivati prema potrebama operacija procesa.

Tablica 8. Popis radnika

RADNO MIJESTO	**STRUČNA SPREMA**	**BROJ DJELATNIKA**
Prijem sirovine	KV	1
Priprema sirovine za prešanje	KV	1
Prešanje	KV	2
Dekantiranje i skladištenje ulja	KV	1
Linija za punjenje ulja	KV	1
Obrada pogače	KV	1
Voditelj proizvodnje	VSS	1

4.8. TLOCRT OBJEKTA

Na slici 12. je prikazan tlocrt pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja. Tlocrt je izrađen u mjerilu 1:100.

4.9. SITUACIJSKI PLAN OBJEKTA

Na slici 13. je prikazan situacijski plan pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja.

4.10. SANITARNO TEHNIČKI I HIGIJENSKI UVJETI PROIZVODNOG POGONA

Raspored unutar prehrambene tvornice mora sadržavati jasno odvajanje između čistih i prljavih zona (Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu, 2013). U prostorijama gdje je potreban visoki standard higijene podovi, zidovi, stropovi, i sustavi za odvodnju otpadne vode moraju biti dizajnirani da bi omogućili kompletno čišćenje. U prostorijama gdje se nalaze prljave zone i podovi se ne peru često, osnovni zahtjevi su prevencija formiranja i akumulacije prašine na podovima. Izvor te prašine je obično dezintegracija betonskog poda. Da se izbjegne taj problem, podovi se moraju formirati koristeći beton sa aditivima za očvršćivanje da se poboljša njihova otpornost (Ingram, 1979). Cijena je glavni limitirajući faktor građenja rezistentne zgrade. Sljedeće alternative se mogu koristiti:

1) Unaprijed proizvedene strukture za pokrivanje od pojačanog betona na nosivim zidovima, ili na stupovima i pojačane betonske grede.
2) Metalne strukture za pokrivanje nosivih zidova ili pojačani betonski stupovi te metalni stupovi i grede
3) Strukture proizvedene „in situ[1]“ sa pojačanim betonom.

Čelik se koristi češće od pojačanog betona, ali će to ovisiti o strukturi koju pokriva, razmaku između stupova, i cijene.

4.10.1. Zidovi

Zidovi su obično napravljeni od betonskih zidarskih kocka ili cigla, ali zidovi napravljeni „in situ“ s pojačanim betonom i prije proizvedenim pločama od pojačanog betona sa internim slojem izolacijskog materijala. Površina zidova u prostorijama za procesiranje hrane mora dozvoljavati pranje. U tim zonama, adekvatni dizajn bi bio da se zidovi obložе uglađenim keramičkim pločicama spojenim sa betonom i da se ostave 1 cm široki spojevi između njih. Ti spojevi se moraju ispuniti s betonom napravljeni od cementa i epoksidnom smolom da bi se dobile glatke površine lake za čišćenje. Na taj način zidovi su vodo-nepropusni i relativno rezistentni na kiselinske produkte. Najčešće je visina zidova zbog higijenskih razloga 3 do 3,5 m. Neki slučajevi zahtijevaju da se obloženi zidovi protežu do stropa sa zakrivljenim spojevima

[1]**In situ (latinski)** = Na mjestu, u ovom slučaju se misli na mjestu na kojem se gradi zgrada.

(strop-zid i zid-pod) tako postižući vrlo visoki stupanj higijene. Svod treba obraditi jednako kao i dio zida iznad 2 000 mm visine, što znači fasadnim premazom za unutarnju uporabu. Vanjski zidovi prostora za čuvanje mliječnih formula pored noseće i zaštitne funkcije imaju zadaću zadržavanja i akumulaciju topline i hladnoće, zadržavanja vlage i buke. Kod gradnje takvih zidova važno je birati materijal i izolaciju kojom se postiže sporo prodiranje topline u prostor. Unutarnje zidne obloge se izrađuju od vodootpornoga materijala do visine od najmanje 500 mm od poda. Ostatak zida mora se premazati fasadnim premazom za unutarnju uporabu (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

4.10.2. Podovi

Podovi koji se obično rade u prizemlju koriste pojačani beton (debeo 15 do 20 cm). Za pod na višem katu ili pod iznad zračne komore, konstrukcija će biti napravljena od pojačanog betona. U prizemlju se podovi obično rade tako da se obloži pojačani sloj betona sa cementom i aditivom za očvršćivanje da se izbjegne formiranje prašine. Pod sa keramičkim pločicama je najviše estetski ugodan i najizdržljiviji pod trenutačno dostupan u prehrambenoj industriji. Pločice su združene cementom i imaju razmak jedan od druge 1 cm koji se kasnije napuni sa cementom i epoksidnom smolom. Zaštitni slojevi poliestera i epoksidne smole su samo korisni u područjima bez prometa (viličara i/ili ljudi) osim kod operacija čišćenja zato što nisu dostatno mehanički otporni i lako se slome sa promjenom temperature. Podovi u područjima za procesiranje moraju imati dovoljni nagib (0,5 – 1 %) da bi se odvodile otpadne vode. Podni odvodi napravljeni od nehrđajućeg čelika mogu biti instalirani na svakih 45 – 50 m^2 poda. Spojnice između podnih odvoda do glavnog skupljališta otpadne vode trebale bi biti otporne na korozivno djelovanje različitih sredstva za čišćenje. Te se poveznice obično rade od PVC-a ili nehrđajućeg čelika, ali nikada betona. Najčešće se ipak rade od nehrđajućeg čelika (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

4.10.3. Prozori

Prozori se izgrađuju od drva ili plastike s izolacijskim staklima. Na prozorima, koji se otvaraju, moraju biti postavljene mrežice ili se mora na drugi način osigurati učinkovito sprječavanje ulaska insekata i glodavaca. Mrežice moraju biti postavljene tako, da se mogu lako skidati radi njihovoga održavanja (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

5. ZAKLJUČCI

Ovim radom predložena je tehnološka koncepcija linije i pogona za proizvodnju hladno prešanih i nerafiniranih ulja s visokim udjelom omega-3 masnih kiselina. Iz izrađenog elaborata i provedene rasprave može se zaključiti slijedeće:

1) Odabir Zagrebačke županije predstavlja adekvatan izbor makrolokacije za projektiranje pogona zbog dobre prometne povezanosti (cestovne, željezničke, zračne) s drugim dijelovima Republike Hrvatske.
2) Kao mikrolokacija za gradnju uljare, zbog riješenog cestovnog prilaza, dovoda struje i vode, odvodnje otpadnih voda te zbog postojeće infrastrukture, odabrana je parcela od (3495 m^2) u poduzetničkoj zoni Dugo Selo.
3) Pogon površine (494,54 m^2) projektiran je u skladu s pravilima prehrambene struke i odgovarajućim arhitektonskim, građevinskim i zakonskim pravilima, te se sastoji od proizvodnog prostora, skladišta i neproizvodnih prostorija.
4) Proizvodna linija osmišljena je za godišnju preradu sirovina od 200 t, od čega će se 80 t sjemenki konoplje i 80 t sjemenki lana prerađivati u hladno prešano ulje, a 40 t oraha u nerafinirano ulje proizvedeno tradicionalnim postupkom prešanja uz prženje.
5) Kapacitet uređaja prati liniju proizvodnje te su kapaciteti uređaja odabrani na osnovu potreba za dnevnu proizvodnju. Uređaji su izrađeni od nehrđajućeg čelika kako ne bi došlo do kontaminacije proizvoda s česticama metala.
6) Proizvedeno hladno prešano i nerafinirano ulje, punit će se u boce od tamnog stakla volumena 0,1L, 0,25L i 0,5L. Napunjene i etiketirane boce ručno se prebacuju u kartonsku, transportnu ambalažu, slažu na palete te odvode u skladište gotovog proizvoda, gdje se čuvaju do distribucije.
7) Na odabranoj parceli smješteni su glavna zgrada pogona, parkiralište i porta. Pristupni putevi za ljude i vozila izvedeni su u asfaltu, a ostatak parcele izvodi se kao zelena površina.

6. LITERATURA

Anonymous 1 (2017) http://cannabisseedmagazine.com/cgi-sys/suspendedpage.cgi. Pristupljeno 7. veljače 2017.

Anonymous 2 (2016) http://www.superradio.rs/info/kako-laneno-ulje-moze-poboljsati-zdravlje-citavog-organizma/. Pristupljeno 5. prosinca 2016.

Anonymous 3 (2016) http://www.agrozujin.rs/voce/orah.html. Pristupljeno 5. prosinca 2016.

Anonymous 4 (2016) http://www.krenizdravo.rtl.hr/zdravlje/biljna-ljekarna/orahovo-ulje-za-zdravlje-i-ljepotu. Pristupljeno 10. prosinca 2016.

Anonymous 5 (2017) https://issuu.com/webdugoselo/docs/poduzetnicka_zona_d_selo_brosura_finalno_web. Pristupljeno 14.03.2017.

Arkod (2017) Preglednik, <http://preglednik.arkod.hr/>. Pristupljeno 5. siječnja 2017.

Balbino, S. (2015) Tehnološko projektiranje. Interna skripta, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Beti, I (2014) http://www.vecernji.hr/sjeverozapadna-hrvatska/medimurac-kupio-sjemenke-od-slovenca-koji-ih-je-uvezao-iz-kanade-927458. Pristupljeno 13.03.2017.

Bockisch, M. (1998) Fats and oils handbook, AOCS Press, Champaign, Illinois.

Callaway, J. C. (2004) Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*, **140**, 65-72.

Callaway, J. C., Pate, D. W. (2009) Hempseed oil. U: Gourmet and Health-Promoting Specialty Oils (Moreau, R. A., Kamal-Eldin, A., ured.), American Oil Chemists Society Press, Kuopio, str. 185-213.

Chen, T., He, J., Zhang, J., Zhang, H., Qian, P., Hao, J., Li, L. (2010) Analytical characterization of hempseed (seed of *Cannabis sativa* L.) oil from eight regions in China. *J. Diet. Suppl.* **7**, 117-129.

Curaković, M., Lazić, V., Gvozdanović, J. (1996) Osnovne karakteristike ambalažnih materijala za pakovanje ulja, Savetovanje industrije ulja, Zbornik radova, Budva.

Dimić, E. (2005) Hladno ceđena ulja. Tehnološki fakultet, Novi Sad.

Fils, J. M. (2000) The production of oils. U: Edible oil processing, (Hamm, W., Hamilton, R.J., ured.), Sheffield Academic Press Ltd., England, str. 47-78.

Firestone, L., Gyulai, F., Mintun, M., Adler, L., Urso, K., Winter, P. (1996) Human brain activity response to fentanyl imaged by positron emission tomography. *Anesth. Analg.* **82**, 1247-1251.

Grace, G., Bhat, K.K., Murti, A.S., Sen, D.P. (1986) Hypolipidaemic effect of walnut (Juglansregia) kernel and its oil in rats, Fette – Seifen anstrichmittel, **88**, 238-243.

Hui, Y. H. (1996) Oils and oil seeds. U: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volume 2, Edible Oil and Fat Products (Shahidi, F., ured.), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, SAD.

Ingram, A. (1979) Food Plant Design. U: Food Engineering Systems (A. W. Farall, ured.)

Karleskind, A. (1996) Oils and Fats Manual, Intercept Ltd, Andover, Hampshire, UK.

Karlović, Đ., Andrić, N. (1996) Kontrola kvalitete semena uljarica, Tehnološki fakultet, Novi sad, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.

Kelley D.S., Branch, L.B., Love, J.F. (1991) Dietary ALA and immunocompetence humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, **53** (1), 40–46.

Kemper, T.G. (2005) Oil extraction. U: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volume 5, Edible Oil and Fat Products: Processing technologies (Shahidi, F., ured.), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, SAD.

Kita, A., Figiel, A. (2007) Effect of roasting on properties of walnuts. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, **57**, 89-94.

Klarić, I., Katalinić, V., Giljanović, J., Šurjak, J. (2011) Projektiranje i gradnja objekta u poslovanju s hranom. Tempus Project 158714, Kemijsko tehnološki fakultet, Split.

Kriese, U., Schumann E., Weber, W. E., Beyer, M., Brűhl, L., Matthäus, B. (2004) Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. *Euphytica*, **137**, 339–351.

Kris-Etherton, P. M. (2014) Walnuts decrease risk of cardiovascular disease: a summary of efficacy and biologic mechanisms. *J. Nutr.*, 144 (4), 547-554.

Leger, C.L. (2000) La vitamine E: Etat actuel des connaissances role dans la preventioncardiovascularie, biodisponibilite. *Olea. Corps Gras Lipid.*, **7**, 235-265.

Leizer, C., Ribnicky, D., Poulev, A., Dushenkov, S., Raskin, I. (2000) The Composition of Hemp Seed Oil and Its Potential as an Important Source of Nutrition. *J. Nutra. Funct. Med. Foods* **4**, 35-53.

List, G.R., Wang, T., Shukla, V.K.S. (2005) Storage, Handling, and Transport of Oils and Fats. U: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volume 5, Edible Oil and Fat Products: Processing technologies (Shahidi, F., ured.), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, SAD.

Lopez-Gomez, A., Barbosa-Canovas, G.V. (2005) Food Plant Design, CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton, str. 1-28.

Maroulis, B. S. (2003) Food Process Design. Marcel Dekker, Inc., New York.

Matthäus, B., Brühl, L. (2008) Virgin hemp seed oil: An interesting niche product. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **110**, 655–661.

Mojstrovina (2017) http://www.mojstrovina.si/oprema-za-oljarstvo/linije-za-proizvodnjo-bucnega-olja/. Pristupljeno 15. siječnja 2017.

Morris, D.H. (2007) Flax Primer, A Health and Nutrition Primer. Flax Council of Canada. 9-19.

Murkovic, M., Piironen V., Lampi, A. M:, Kraushofer, T., Sontag, G. (2004) Changes in chemical composition of pumpkin seeds duringthe roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1:non-volatile compounds). *Food Chem.* **84**, 359-365.

Obranović, M. (2015) Karakterizacija lanenog ulja inozemnih sorata uljanog lana uzgojenih na području Republike Hrvatske. Doktorski rad, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Odani, S., Odani, S. (1998) Isolation and primary structure of a methionine and cystine-rich seed protein of *Cannabis sativa* L. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **62**, 650-654.

Oomah, D.B., Busson, M., Godfrey, D.V., Drover, J.C.G. (2002) Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food Chem.* **76**, 33-43.

Pleština, M., Neđeral, S. (2014) Projektiranje tehnološkog procesa U: Uvod u sigurnost hrane (Đugum J., ured.), Institut za sanitarno inženjerstvo, Ljubljana, Slovenija.

Pravilnik o jestivim uljima i mastima (2012) *Narodne novine* **41**, Zagreb.

Pravilnik o kakvoći stočne hrane (1998) *Narodne novine* **26**, Zagreb.

Pravilnik o uvjetima za uzgoj konoplje, načinu prijave uzgoja maka te uvjetima za posjedovanje i promet opojnih droga u veterinarstvu (2012) *Narodne novine* **18**, Zagreb.

Rabrenović, B. B., Dimić, E. B. (2011) Nutritivne karakteristike hladno presovanog ulja semena uljane tikve, *Uljarstvo* **42** (1-2), 15-22.

Sacilik, K., Őztűrk, R., Keskin, R. (2003) Some Physical Properties of Hemp Seed. *Biosyst. Eng.* **86**. 191–198.

Sies, H., Murphy, M.E. (1991) Role of tocopherols in the protection of biolobical systems ageinst oxidative damage. *J. Photochem. Photobiol. B: Biology* **8**, 211-224.

Small, E., Cronquist, A. (1976) A Practical and Natural Taxonomy for Cannabis. *Taxon* **25** (4), 405-435.

Stanković, V., Petrović, R. (1998) Biološka i produktivna svojstva perspektivnih linija konzumnog i uljanog lana, 39. savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, str. 279-282, Budva.

Swern, D. (1972) Industrijski proizvodi masti i ulja po Baileyju, Nakladni zavod znanje, Zagreb.

Šef, F., Olujić, Ž., Projektiranje procesnih postrojenja, SKTH, KUI, Zagreb.

Šimetić, S. (2008) Lan u proizvodnji i upotrebi, Zavod za sjeme i rasadničarstvo Osijek, 217-220.

Teh, S. S., Birch, J. (2013) Physicochemical and quality characteristics of cold-pressedhemp, flax and canola seed oils. *J. Food Compos. Anal.* **30**, 26-31.

Timmermann, F. (1990) Tocopherole - Antioxidative Wirkung bei Fatten und Olen. *Fat Science Tech.* **92,** 201-206.

Uredba (EZ) br. 178/2002 (2002) Europskog parlamenta i Vijeća od 28. siječnja 2002. o utvrđivanju općih načela i uvjeta zakona o hrani, osnivanju Europske agencije za sigurnost hrane te utvrđivanju postupaka u područjima sigurnosti hrane.

Uredba (EZ) br. 852/2004 (2004) Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o higijeni hrane.

Uredba (EZ) br. 853/2004 (2004) Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o utvrđivanju određenih higijenskih pravila za hranu životinjskog podrijetla

Vaidya, B., Eun, J.-B. (2013) Effect of roasting on oxidative and tocopherol stability of walnut oil during storage in the dark. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **115**, 348–355. doi:10.1002/ejlt.201200288

Venture (2016) What is business idea?, <http://www.venture.ch/what-business-idea>. Pristupljeno 15. siječnja 2017.

Wilkerson, S. (2008) Hemp, the world's miracle crop [online]. http://www.nexusmagazine.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=shop.flypage&product_id=1768&category_id=193&option=com_virtuemart&Itemid=44.Pristupljeno 11. prosinca 2016.

Williams, M. A. (2005) Recovery of Oils and Fats from Oilseeds and Fatty Materials. U: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volume 5, Edible Oil and Fat Products: Processing technologies (Shahidi, F., ured.), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, SAD.

Zakon o gradnji (2013) *Narodne Novine* **153**, Zagreb.

Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (2013) *Narodne novine* **81**, Zagreb.

Zakon o hrani (2015) *Narodne novine* **30**, Zagreb.

Zlatanov, M.D., Antova, G.A. (1998) Lipid composition of nuts from almonda, hazelnut and walnut, Scientific Works HIFFI-Plovdiv, Vol. XLIII, Jubilee Scientific Conference 'DFSTT-98', str. 1-5.