Sušenje i skladištenje zrna kukuruza za potrebe hranidbe životinja

Majdandžić, Jurica

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:737215

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

SUŠENJE I SKLADIŠTENJE ZRNA KUKURUZA ZA POTREBE HRANIDBE ŽIVOTINJA

DIPLOMSKI RAD

Jurica Majdandžić

Zagreb, rujan, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Diplomski studij:

Mehanizacija

SUŠENJE I SKLADIŠTENJE ZRNA KUKURUZA ZA POTREBE HRANIDBE ŽIVOTINJA

DIPLOMSKI RAD

Jurica Majdandžić

Mentor:
prof. dr. sc. Tajana Krička

Zagreb, rujan, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Jurica Majdandžić, JMBAG 0178106579, rođen 12.08.1996. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

SUŠENJE I SKLADIŠTENJE ZRNA KUKURUZA ZA POTREBE HRANIDBE ŽIVOTINJA

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 studenta Jurice Majdandžića, JMBAG 0178106579, naslova

SUŠENJE I SKLADIŠTENJE ZRNA KUKURUZA ZA POTREBE HRANIDBE ŽIVOTINJA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	prof. dr. sc. Tajana Krička	mentor	_____
2.	doc. dr. sc. Ana Matin	član	_____
3.	izv. prof. dr. sc. Goran Kiš	član	_____

Zahvala

Ovime putem se želim zahvaliti prof. dr. sc. Tajani Krička na mentorstvu i podršci tokom izrade diplomskog rada te asistentici dr. sc. Mateji Grubor. Htio bi se ovim putem zahvaliti svim profesorima i asistentima na Zavodu za mehanizaciju poljoprivrede i Zavodu za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport koji su me tijekom obrazovanja motivirali te upućivali na tehničko razmišljanje i rješavanje problema.

Također htio bi se zahvaliti i svim ostalim profesorima i asistentima Agronomskog fakulteta u Zagrebu koji su dali svoj veliki doprinos u mom obrazovanju. Zahvaljujem se i svim kolegama koje sam upoznao i onima s kojima sam dijelio pet godina studentskog obrazovanja i studentske dane.

Ovaj rad je posvećen nedavno preminuloj majci, mojoj obitelji i rodbini.

Sadržaj

1. UVOD 1
1.1. Cilj rada 3
2. PREGLED LITERATURE 4
2.1. Zrno kukuruza 4
2.2. Dorada zrna kukuruza 5
2.3. Sušenje prirodnim putem 6
2.4. Dvofazno sušenje 6
2.5. Dryeration 7
2.5.1. Princip rada 7
2.5.2. Prednosti Dryeration-a 7
2.6. Sušenje u silosu okolnim zrakom 8
2.6.1. Princip rada 8
2.6.2 Nedostatci i mogućnosti adaptacije 8
2.7. Sušenje u silosu s visokom temperaturom sušenja 9
2.7.1. Nedostatci i mogućnosti adaptacije 9
2.8. Sušenje u krovu silosa 10
2.8.1. Princip rada 10
2.9. Sušenje protustrujnim protokom zraka 11
2.9.1. Princip rada 11
2.10. Najpoznatije sušare za zrno 12
2.10.1. Cimbria sušara 12
2.10.2. LAW sušara 14
2.10.3. Sušara SETING – INŽENJERING 16
2.10.4. Tornum sušara 17
2.10.5. Stela sušara 19
2.11. Proces čišćenja zrna 21
2.12. Skladištenje 22
2.12.1. Lučki silosi 23
2.12.2. Silosi sa suženim postoljem i okvirom 24
2.12.3. Podni silosi 24
2.12.4. Silosi s ravnim dnom 25
2.12.5. Silosi konusnim dnom 26
2.13. Tvornice hrane za životinje 27
3. ZAKLJUČAK 29
Literatura 30

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Jurice Majdandžića**, naslova

SUŠENJE I SKLADIŠTENJE ZRNA KUKURUZA ZA POTREBE HRANIDBE ŽIVOTINJA

Kukuruz je jedan od najvažnijih poljoprivrednih proizvoda u svijetu. Neizbježan je i najvažniji sastojak krmnih smjesa u hranidbi životinja te se osim za potrebe skladištenja, zrno dorađuje i s ciljem povećanja njegove probavljivosti u hranidbi životinja. Sušenje kukuruza je složen proces koji osigurava određeno vrijeme čuvanja zrna bez promjene kvalitete i mogućnost njegovog korištenja tijekom cijele godine. Dakle, kako bi se osigurao higijenski i kvalitetni proizvod potrebno je poznavanje procesa sušenja te mogućnosti kvalitetnog skladištenja. Slijedom navedenog ovim diplomskim radom prikazani su načini sušenja i skladištenja zrna kukuruza kako bi se osiguralo dugotrajno i kvalitetno korištenje zrna u hranidbi životinja.

Ključne riječi: zrno kukuruza, sušenje, skladištenje, hranidba životinja

Summary

Of the master's thesis – student Jurica Majdandžić**,** entitled

MAIZE GRAIN DRYING AND STORAGE FOR ANIMAL FEEDING

Maize is one of the most important agricultural products in the world. It is inevitably the most important ingredient in feed mixture for animal nutrition, and in addition to storage, the grain is processed with the aim of increasing its digestibility in animal nutrition. Mize grain drying is a complex process that ensures a certain time of grain storage without changing the quality and its insure the possibility of its use throughout the whole year. Therefore, in order to ensure a hygienic and quality product, it is necessary to know the drying process and the possibility of quality storage. Following the above, this thesis presents the methods of drying and storage of maize grains in order to ensure long-term and quality use of grains in animal nutrition.

Keywords: maize grain, drying, storage, animal feed

1. UVOD

Kukuruz je treća najzastupljenija poljoprivredna kultura na svijetu nakon pšenice i riže. Proizvodnja kukuruza u Europi od 2009. do 2021. godine je u stalnom porastu te je po sadašnjim podatcima u EU proizvodnja kukuruza na 71 296 000 tona. Što se tiče Hrvatske po proizvodnji kukuruza po podatcima iz 2019. godine je 2 298 000 tona (Eurostat), prvih pet proizvođača kukuruza u EU iz 2021. godine su: Francuska, Poljska, Njemačka, Španjolska i Rumunjska (Eurostat, 2021.).

Tablica 1. Poredak država po proizvodnji kukuruza u EU (2021.)

Poredak država po proizvodnji kukuruza 2021.	Ukupna površina (ha)
Francuska	9141,91
Poljska	7314,25
Njemačka	6086,60
Španjolska	6049,43
Rumunjska	5380,82

Izvor: Eurostat

Površina na kojoj se kukuruz proizvodi u svijetu iznosi 197 204 250 ha (FAOStat, 2019.), dok po kontinentima otpada 49,2% na Ameriku, 32,1% Azija, 11,6% Europa, 7,1% Afrika i >1% Oceanija.

Tablica 2. Ukupan postotak po kontinentima površina zasijanih kukuruzom

Kontinenti	Postotak površina zasijanih kukuruzom (%)
Amerika	49,2
Azija	32,1
Europa	11,6
Afrika	7,1
Oceanija	>1

Izvor: FAOStat

Najveći proizvođači kukuruza u svijetu su SAD, Kina, Brazil, Argentina i Ukrajina dok prinosi za 2019. godinu su iznosili 1 148 487 291 tona (FAOStat, 2019.).

Tablica 3. Najveći proizvođači kukuruza

Poredak država po proizvodnji kukuruza	Tona (t)
Sjedinjene Američke Države	347 047 570
Kina	260 778 900
Brazil	101 138 617
Argentina	56 860 704
Ukrajina	35 880 050

Izvor: FAOStat

Po tipu zrna razlikuju se tvrdunac, zuban, poluzuban, šećerac, kokičar. U Hrvatskoj najzastupljeniji tipovi zrna su tvrdunac i zuban. Kukuruz je vrlo značajna kultura u prehrani životinja u obliku zrna jer zrno kukuruza se koristi u proizvodnji stočne hrane te ishrani domaćih životinja. Nakon berbe samo zrno kukuruza se mora adekvatno skladištiti radi samog daljnjeg procesa u proizvodnji stočne hrane.



Slika 1. Zrna kukuruza

Izvor: https://www.agro.basf.hr/hr/Programi-za%C5%A1tite-usjeva/Kukuruz/Kukuruz-Za-Zrno/Kukuruz-u-zrnu/

1.1. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je pregledom literature predočiti sušenje, doradu i skladištenje zrna kukuruza kako bi se osiguralo dugoročno i kvalitetno korištenje zrna kukuruza u prehrani domaćih životinja. Načini sušenja i skladištenja zrna kukuruza opisati će se preglednom metodom kroz već poznate znanstvene radove te stručne knjige. Rad će obuhvatiti opise različitih, već poznatih, procesa sušenja, kao i skladištenja zrna kukuruza te novitete u navedenom području s posebnom naglaskom na doradi zrna kukuruza s namjenom korištenja istog u hranidbi životinja.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Zrno kukuruza

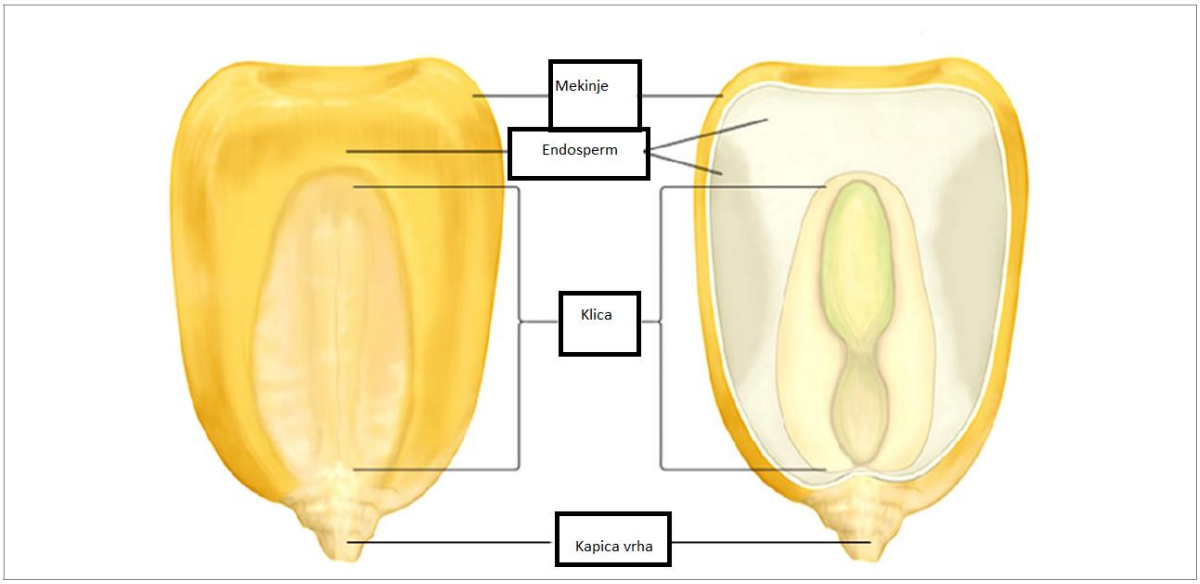
Prinosi zrna ovise o načinu obradse tla. Učinci tri sustava obrade tla: bez obrade tla (NT), smanjene obrade tla (RT) i konvencionalne obrade tla (CT), desetogodišnji prosjeci pokazali su da su najveći prinosi zabilježeni sa CT (10,61 t/ha), dok su prosjeci sa RT i NT bili manji (8,99 t/ha i 6,85 t/ha, respektivno) (Videnović, i sur., 2011.).

	A	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	$\bar{x}$
NT	F_0	5.03	1.98	3.99	8.28	5.42	8.81	5.90	5.49	5.72	2.25	5.29
	F_1	7.27	3.01	6.65	8.62	5.95	12.31	6.93	7.76	7.22	4.54	7.03
	F_2	6.89	3.90	7.33	8.48	6.66	13.28	13.91	10.67	6.22	5.01	8.23
	$\bar{x}$	6.40	2.96	5.99	8.46	6.01	11.47	8.92	7.97	6.39	3.94	6.85
RT	F_0	10.79	4.19	7.03	8.34	7.46	11.00	10.87	9.29	5.85	3.42	7.82
	F_1	11.20	4.93	8.66	8.80	7.76	13.90	12.35	10.85	8.57	8.37	9.54
	F_2	9.93	6.33	8.26	9.19	7.24	13.58	13.96	12.15	8.23	7.17	9.60
	$\bar{x}$	10.64	5.15	7.98	8.78	7.49	12.83	12.39	10.76	7.55	6.32	8.99
CT	F_0	10.70	8.44	8.85	9.58	8.69	14.54	13.13	10.08	6.48	9.64	10.01
	F_1	11.40	8.68	9.51	10.26	8.98	14.25	13.80	13.51	9.20	10.27	10.98
	F_2	12.09	9.27	8.60	10.24	8.85	14.09	14.70	12.72	9.10	8.79	10.84
	$\bar{x}$	11.39	8.79	8.99	10.03	8.84	14.29	13.87	12.10	8.26	9.57	10.61
$\bar{x}$	F_0	8.84	4.87	6.62	8.73	7.19	11.45	9.97	8.29	6.01	5.10	7.71
	F_1	9.96	5.54	8.27	9.22	7.56	13.48	11.03	10.70	8.33	7.73	9.18
	F_2	9.64	6.50	8.06	9.30	7.58	13.65	14.19	11.85	7.85	6.99	9.56
	$\bar{x}$	9.48	5.63	7.65	9.09	7.44	12.86	11.73	10.28	7.40	6.61	8.82

Slika 2. Prosjeci prinosa

Izvor: https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/443_2010-PSE.pdf

Cijelo zrno kukuruza sastoji se od 4 različita dijela: endosperma (82% do 84% mase zrna cijelog zrna), klice (10% do 12%), mekinje (5% do 6%) i kapica vrha (1%) (Ai i Jane, 2016.)



Slika 3. Morfologija zrna kukuruza

Izvor: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1541-4337.12192

2.2. Dorada zrna kukuruza

Sušenje u tankim slojevima je široka metoda za određivanje kinetike voća i povrća, uključuje istovremene operacije prijenosa mase i topline. Tijekom ove operacije materijal je potpuno izložen temperaturnim uvjetima sušenja i vrućeg zraka koji poboljšava proces sušenja. Najvažniji aspekti takvog sušenja je matematičko modeliranje i dizajn opreme koja može omogućiti odabir najboljih radnih uvjeta (Onwude i sur., 2016.).

Sušenje niskim temperaturama je energetski najučinkovitija tehnika i najbolje se prilagođava za korištenje alternativnih izvora energije kao što su solarna energija i biomasa. Sušenjem na niskim temperaturama dobije se visokokvalitetno zrno uz zanemarivu količinu loma zrna (Mittal i Otten., 1982.).

Neizravno sušenje prema definiciji su sušare u kojima medij zagrijavanja (npr. para, plin) ne dolazi u dodir s proizvodom koji se suši. Umjesto toga vlažni materijal se suši dodirom sa zagrijanom površinom te se prijenos topline na vlažni materijal uglavnom provodi pomoću te površine (Mujumdar i Devahastin, 2000.).

2.3. Sušenje prirodnim putem

Kada se zrna skladište na otvorenom poljoprivrednici uvijek osiguravaju zaštitu zrna od padalina prekrivanje polietenom. Nedostatak skladišta na otvorenom je taj što je zrno izloženo okolišu i štetočinama, obično se skladišti pod krovovima kuća ili raširen na rešetkama u stropu gdje visoka temperatura zbog izravnog sunčevog zračenja zagrijavaju zrna kako bi se smanjila vlaga i spriječila najezda insekata (Mobolade i sur., 2019.).

2.4. Dvofazno sušenje

Zrno se prvo suši od početne vlažnosti (koja je viša od 30%) do vlažnosti koja se odabire prema potrebi između 22 i 18%. Zatim se predsušeno zrno, bez hlađenja u sušari, stavlja u silosnu ćeliju da odleži između 6 i 12 sati. Za to vrijeme se vlažnost u zrnu i među zrnima izjednači. Zrno treba prilikom dosušivanja (druga faza) sušiti na vlažnosti koja je za 2-3% viša od ravnotežne skladišne vrijednosti. Zrno se u sušari ne hladi već toplo stavlja u silosnu ćeliju u kojoj se zrno polagano hladi ventiliranjem. Toplinom koja ja nakupljenja u toplom zrnju pri sušenju, moguće je osušiti 2-3% vlage iz zrna. Za ovakvu tehnologiju sušenja potrebno je da silosi imaju ugrađen sustav prisilne ventilacije sadržaja. Time je uz poboljšanu kakvoću zrna postignuta ušteda energije od oko 8% u odnosu na tehnologiju hlađenja zrna u hladnjaku sušare. Kapacitet sušare je povećan za 30 do 60% uz minimalne investicije. Temperatura sušenja u I fazi je visoka (130-140°C), a u drugoj niža (80-100°C). Kakvoća osušenog zrna je sačuvana i ne razlikuje se od kakvoće prirodno osušenog zrna. Između prve I i II faze sušenja zrno odležava 6-10 sat, a nakon II faze se ventiliranjem dosušuje na 14% vlage i temperaturu okoline (Katić 1997.).

2.5. Dryeration

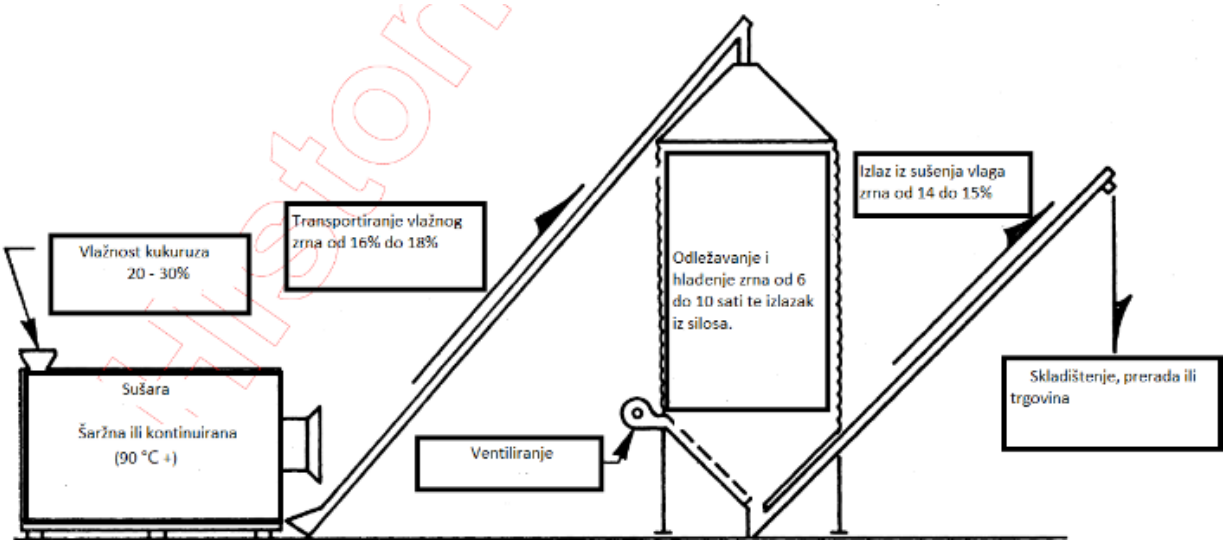
Dryeration dolazi od riječi sušenje i prozračivanje. Postupak uključuje kombinaciju visoke temperature sušenja i sporog hlađenja.

2.5.1. Princip rada

Sušenje počinje dodavajući kukuruz u skladište na hlađenje, ventilator za hlađenje se ne pokreće sve dok se posljednji kukuruz ne stavi u skladište. Čime i posljednji kukuruz dodan u skladište ima najmanje 4 sata temperiranja prije nego što zona hlađenja dosegne do njega. Hlađenje uvijek treba odgoditi 4-6 sati nakon stavljanja prvog kukuruza, kukuruz stavljen na hlađenje u postupku Dryeration-a hladi se 8-12 sati, obično preko noći (McKenzie i sur., 1972.).

2.5.2. Prednosti Dryeration-a

Proces „Dryeration“ postiže dvije osnovne stvari: Smanjuje oštećenja pri visokim temperaturama, brzo sušenje kukuruza, povećava učinak sušare za 60% i poboljšana kvaliteta kukuruza prvenstveno proizlazi iz smanjenja „pukotina u naprezanju“. Stresne pukotine se razvijaju u endospermskom dijelu zrna kukuruza neposredno ispod omotača sjemena (McKenzie i sur., 1972.).



Slika 4. Shema Dryeration-a

Izvor: https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1046&context=agext

2.6. Sušenje u silosu okolnim zrakom

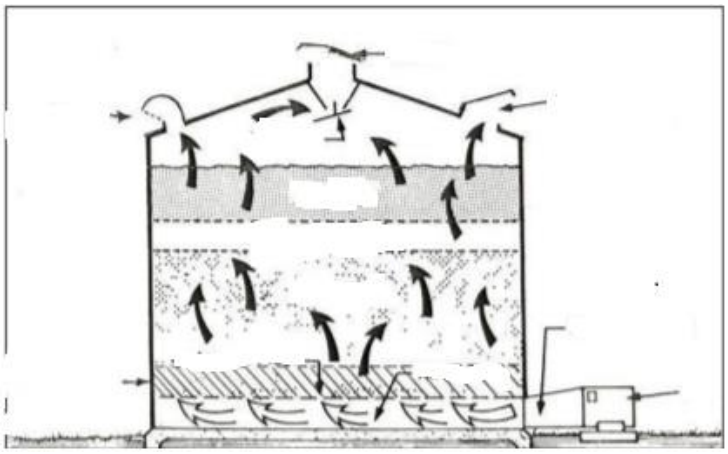
Sušenje okolnim zrakom najjednostavnije je i energetski najučinkovitija vrsta sušenja zrna, zahtjeva silos s punim perforiranim dnom i ako kukuruz s polja ima manje od 20 do 22% vlage zrno se može sušiti vanjskim zrakom (University of Wisconsin-Madison, 2012.).

2.6.1. Princip rada

Zrno treba pregledati prije punjenja zbog toga što se uklanjanju slomljena zrna koja bi začepila perforiran pod i na taj način smanjila protok zraka. Potrebno je izravnati zrno u silosu radi postizanja ravnomjernog sušenja, ako nije izravnano zrno unutar silosa ventilator mora dulje raditi da bi se na samom vrhu osušilo što povećava vrijeme i trošak sušenja. Tijekom jeseni s hladnim i vlažnim vremenom, zrna se ne mogu sušiti do preporučene vlage za skladištenje prije zime i takvo sušenje se mora završiti u proljeće, ako zrno ima visoku vlagu iznad 20% može doći do kvarenja prije nego što se zrno osuši na vrhu silosa (University of Wisconsin-Madison, 2012.).

2.6.2 Nedostatci i mogućnosti adaptacije

Nedostatak ovog tipa sušenja je u mogućnosti da zrno bude previše osušeno ako je relativna vlažnost vanjskog zraka niska ili ako se dodaje mnogo dodatne topline. Uređaj za miješanje može smanjiti prekomjerno sušenje zrna, poboljšati protok zraka i smanjiti troškove sušenja za oko 20% ako su ventilatori pravilno postavljeni i pravilne veličine. Potrošnja energije se povećava dodatnom toplinom, ali predstavlja ekonomski kompromis za očuvanje kvalitete i vrijednosti zrna sušenjem na ovaj način (University of Wisconsin-Madison, 2012.).



Slika 5. Sušenje okolnim zrakom

Izvor: University of Wisconsin-Madison

2.7. Sušenje u silosu s visokom temperaturom sušenja

Sušenje u silosu s visokom temperaturom sušenja koristi istu opremu kao i sušenje sa prirodnim zrakom samo što umjesto prirodnog zraka koristimo propan ili prirodni plin. Temperature su obično postavljene na približno 140 ° F (60°C) (University of Wisconsin-Madison, 2013.).

2.7.1. Nedostatci i mogućnosti adaptacije

Kada se zrno suši dio zrna na dnu se previše osuši te na taj način se smanjuje težina i kvaliteta zrna za prodaju i povećava se potrošnja energije. Oprema za miješanje može smanjiti varijaciju vlage, smanjiti vrijeme sušenja i smanjiti troškove energije za više od 30%. Potiče se uporaba opreme za miješanje u sušenju u silosu na visokim temperaturama jer smanjuje sušenje zrna na dnu sušare. Važno je napomenuti da su troškovi električna energija i prirodni plin koji su potrebni za zagrijavanje zraka za sušenje (University of Wisconsin-Madison, 2013.).



Slika 6. Sušenje u silosu s visokom temperaturom sušenja

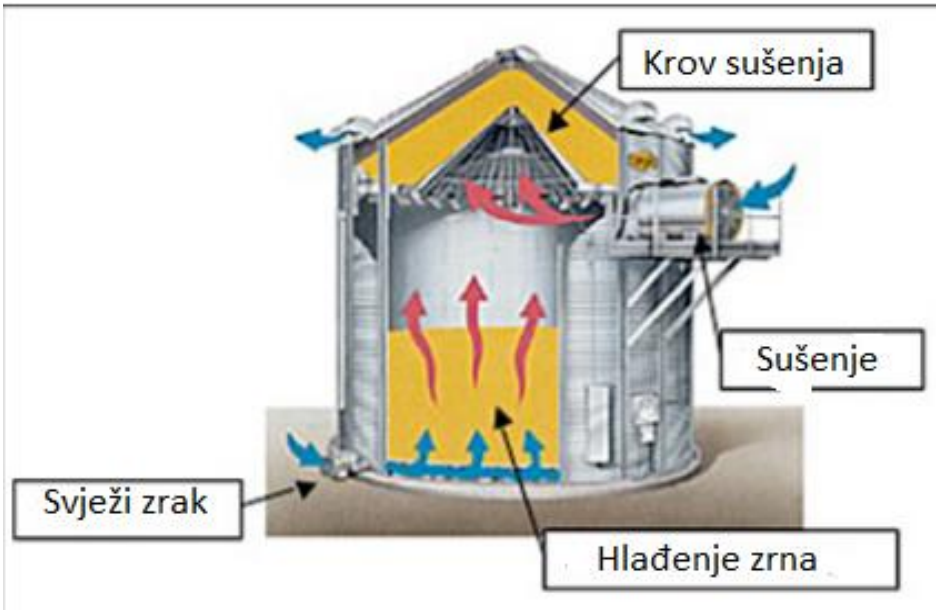
Izvor: University of Wisconsin-Madison

2.8. Sušenje u krovu silosa

U ovom načinu sušenja zrna kukuruza sušenje se obavlja na krovu silosa uz pomoć ventilatora, dok se hlađenje vrši putem ventilatora kroz žljebove u podu silosa(University of Wisconsin-Madison, 2013.).

2.8.1. Princip rada

Zrno se nakuplja na visećem perforiranom tlu, nakon što se osuši zrno pada na pod silosa kroz otvore i žljebove u podu se zrno hladi. Zrak zagrijan postupkom hlađenja pomaže pri sušenju zrna u ćeliji za sušenje, osim upravljanja procesom sušenja kako bi se osigurao ravnomjeran protok zraka, čišćenjem i sprječavanjem prekomjernog sušenja nema drugog načina za uštedu energije u ovakvom tipu sušenja (University of Wisconsin-Madison, 2013.).



Slika 7. Sušenje u krovu silosa

Izvor: University of Wisconsin-Madison

2.9. Sušenje protustrujnim protokom zraka

Sušenje protustrujnim protokom zraka je kontinuirani način sušenja u kojem materijal koji se suši i medij za sušenje prolaze u suprotnim smjerovima i na taj način se vrši sušenje zrna za skladištenje. U komori za sušenje materijal koji se suši ide od mjesta punjenja prema dolje vlastitom gravitacijom, a medij za sušenje prolazi kroz pocinčani sloj u suprotnom smjeru zbog pogonske sile centrifugalnog ventilatora.

2.9.1. Princip rada

U procesu sušenja sa vrha sušare materijal ulazi u proces sušenja te prolazi kroz zonu visoke temperature kojom se vrši sušenje tog materijala kojem je svrha osigurati dovoljnu količinu energije za isparavanje vode čime se želi poboljšati unutarnja difuzija vlage i brzina sušenja. Tokom sušenja materijal koji sušimo ide uz pocinčani sloj kroz ostale postupke sušenja na različitim temperaturama a suho zrno napušta komoru za sušenje te odlazi u komoru za pražnjenje, prema principu i karakteristikama protustrujnog sušenja osmišljen je postupak s više stupnjeva sušenja s ovim načinom sušenja. U ovakvoj sušari dizajniran je jedan segment

sušenja na visokoj temperaturi jedno sušenje na niskim temperaturama, dvije rashladne komore i jedna komora za pražnjenje, medij za sušenje je prirodni zrak (Li i sur., 2020.).



Slika 8. Prototip sušare s protustrujnim protokom zraka

Izvor: Li i sur., 2020.

2.10. Najpoznatije sušare za zrno

2.10.1. Cimbria sušara

Sušara Eco Master proizvođača grupa Cimbria u Austriji koristi se za sušenje žitarica i drugih zrnatih proizvoda. Ima modularni dizajn koji povećava veličinu jedinice ako je potrebno povećati kapacitet sušenja. Sušara je dizajnirana za industrijsku uporabu te rashladni dijelovi su ugrađeni u 2 mm pocinčane ploče s kosim i konusnim zračnim kanalima kako bi se osigurala visoka trajnost i kvalitetno sušenje zrna. Preduvjet za održavanje kvalitete proizvoda bez nepoželjnog gubitka energije. Cimbria sušare su izrađene od trokutastih zračnih kanala postavljeni između dva zida. Kanali su naizmjenično suženi prema oba zida i otvoreni u repu

pred kraj kanala. Zamjenski kanali povezani su s vrućim zrakom i ispušnom komorom kroz koje se zrak se distribuira u koloni za sušenje, osim toga kanali su međusobno pomaknuti to znači da svaki kanal za vrući zrak okružen je sa 4 ispušna kanala. Žitarice se sporo kreću prema dolje između kanala za vrući zrak i ispušnih kanala te se na taj način provjetravaju iz različitih smjerova, uzajamni tok između žitarica i zraka osigurava da je proizvod izložen mijenjanju protoka zraka. Ova izmjenična izloženost toplom i hladnom zraku osigurava nježan tretman te homogeno sušenje zrna i brzina protoka žitarica kroz stupac je kontrolirano pražnjenjem. Kolona za sušenje Cimbria prikladna je za oboje sušenje i hlađenje, sušara Cambria omogućuje promjenjivu zonu hlađenja što omogućuje konfiguriranje sušilice na točne uvjete sušenja i rada. Ova zona regulirana je zatvaračem postavljenim u donji dio kanala za topli zrak, korištenjem zraka i energije na najbolji mogući način smanjuju se troškovi i optimizira kapacitet sušare (Bîrsan i sur., 2018.).

Dijelovi Cimbria sušare:

- Ulaz materijala za sušenje.
- Odjeljci za sušenje i hlađenje- izrađeni od pocinčanog lima sa kosim i suženim zračnim kanalima za osiguravanje homogenosti zraka i raspodjele žitarica koje se suše. Sušare su izrađene u različitim širinama 3,3 m, 6,6 m i 9,9 m, što omogućuje široki raspon kapaciteta sušare.
- Linijski plinski plamenik- opremljen je integriranim ventilatorima koji osiguravaju ujednačen topli zrak prilikom izgaranja za sušenje zrna.
- Kućište ventilatora- potpuno zatvoreno koje ima samo zatvarajuće kape ako počne padati kiša, ventilatori osiguravaju nisku razinu buke.
- Integrirana recirkulacija zraka je- zrak za sušenje pomoću aksijalnih ventilatora izlazi iz donjih odjeljaka za sušenje te se vraća natrag u zrak koji nastaje izgaranjem linijskog plinskog plamenika.
- Potisnik za prašinu- svrdlo koje je postavljeno u visini pražnjenja i osigurava da u takvom materijalu nema prašine i ostalih čestica koje su nepoželjne, to svrdlo transportira prašinu i primjese van sušare na daljnje raspolaganje.
- Odjeljak za ispuštanje - projektiran sa velikom površinom otvaranja koja osigurava brzo i ujednačeno ispuštanje proizvoda, kroz odjeljak možemo isprazniti i čestice koje nisu u sklopu materijala za sušenje bez oštećenja samog odjeljka.



Slika 9. Cimbria sušara i dijelovi te sušare

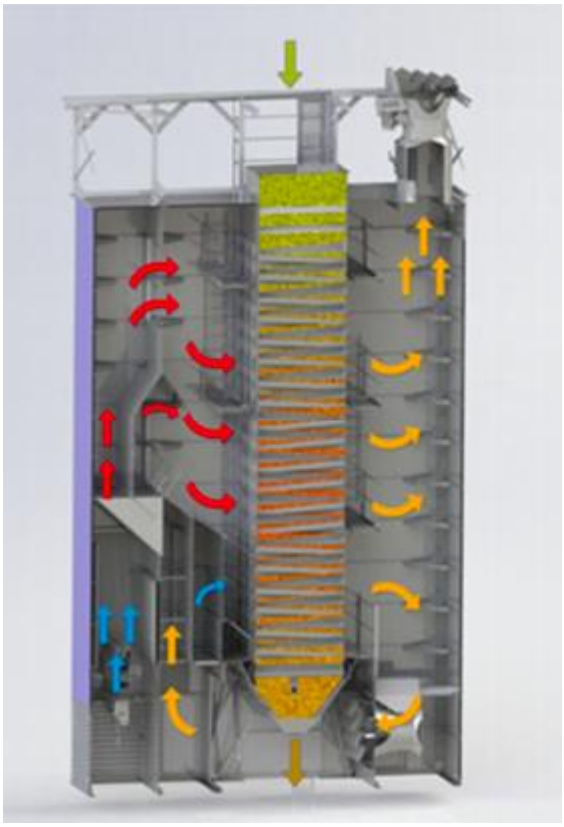
Izvor: https://www.indiamart.com/proddetail/continuous-flow-grain-dryer-1232244330.html

2.10.2. LAW sušara

LAW sušara radi na principu miješanog protoka zraka te ima visok kapacitet i visoku učinkovitost s kojom pruža učinkovito sušenje materijala, sastoji se od 8 do 20 sekcija za sušenje (ovisi o modelu). Što se tiče pogonskog goriva može biti pogonjena na više vrsta goriva (lož ulje, plin, biomasa itd.) i ima malu potrošnju goriva. U sušari se može kontrolirati gornja i donja temperatura u sušari. Ima visok postotak recirkulacije zraka (do 62%) . Lako se održava i može se nadograditi na ulaz materijala za sušenje u sušaru predčistač za materijal koji se suši. Što se tiče zaštite okoliša ova sušara ima vrlo niske emisije prašine zahvaljujući rotacijskom filteru koji se sam čisti te nema potrebe za uređajima koji skupljaju prašinu, dok razina buke je smanjena na način da je motor i ventilator ugrađen unutar sušare (LAW Grain Dryer).

Dijelovi LAW sušare:

- Odjeljak za ulaz vlažnog zrna, mogućnost ugradnje predčistača.
- Predičistač na vrhu sušare- povećava kvalitetu materijala kojeg sušimo, dolazi u dodatnoj opremi, ali je veoma poželjan.
- Dva plamenika- gornji i donji indukcijski plamenik koji može biti pogonjen na nekoliko vrsta goriva (lož ulje, plin, biomasa itd.).
- Rotacijski filter - služi za sakupljanje prašine tokom sušenja materijala te ima opciju samočišćenja.
- Centrifugalni ventilator- preuzima ispušni zrak iz procesa sušenja koji vrši recirkulaciju tog zraka koji se ponovo koristi u fazi sušenja.
- Spremnik za sakupljanje suhog zrna- spremnik konusnog dna u kojem se nakuplja zrno nakon procesa sušenja.

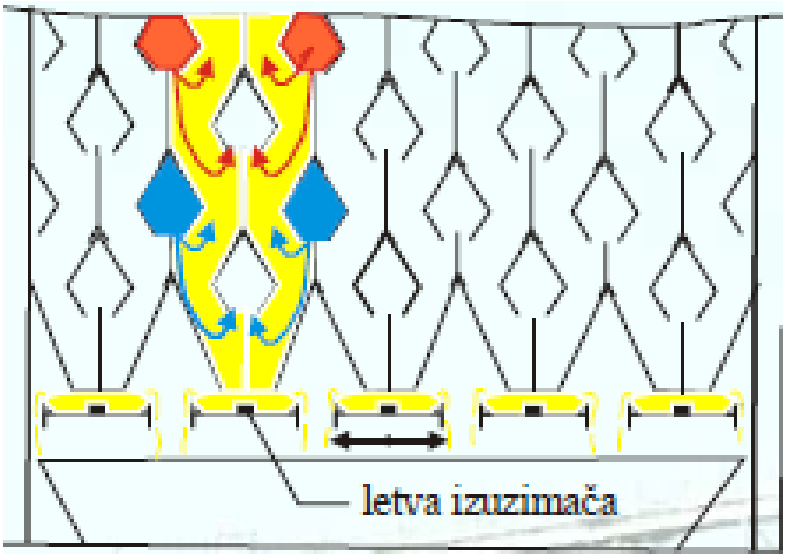


Slika 10. Presjek LAW sušare

Izvor: https://kaltes.lv/en/primary-grain-processing/grain-dryers/mine-type-grain-dryers/economical-grain-dryers/

2.10.3. Sušara SETING – INŽENJERING

Sušara SETING – INŽENJERING je direktna ili indirektna sušara koja vrši sušenja zrna sa 32% na 14% da bi to postigla ima kvalitetnu izolaciju tornja sušare i energetskih kanala koja pruža uštedu energije do 25%, recirkulacija zraka iz hladnjaka u kanal sušare te dvije temperaturne zone. SETING – INŽENJERING sušara se odlikuje visokom kvalitetom osušenog zrna, niskom potrošnjom električne i toplinske energije i požarnom sigurnošću (SETING – INŽENJERING d.o.o.).



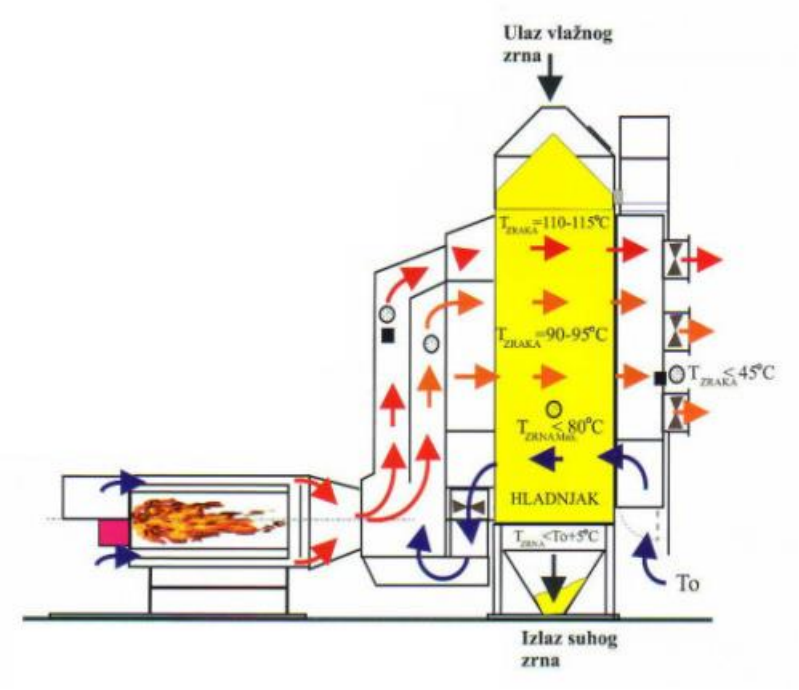
Slika 11. Princip sušenja, hlađenja i izuzimača

Izvor: Silo-tehnika d.o.o.

Dijelovi SETING – INŽENJERING sušare:

- Generator topline s plamenikom- plamenik je napravljen da može koristiti dvije vrste goriva (lož ulje ili plin).
- Toranj sušare- izgrađen od čelika dok unutar tornja su krovići od alucinka koji su zaštićeni od visoke kondenzacije, krovići su postavljeni u paralelnom nizu te imaju lim koji navodi samo zrno tokom sušenja da ne dođe do zastoja zrna tokom sušenja.
- Ventilacijski sistem sušare- ovisi o tome je li direktna ili indirektna sušara, ako je direktna sušara onda se sastoji od niza aksijalnih ventilatora koji su smješteni na izlazu kanala zraka. Indirektna sušara ima centrifugalne ventilatore koji su spojeni na ciklon koji skuplja prašinu tokom sušenja. Ventilatori su postavljeni izvan sušare te su obloženi limom.

- Izuzimač zrna- postavljen u dnu tornja sušare, on prisilno izuzima samo zrno te osigurava jednolik tok zrna, regulaciju kapaciteta protoka možemo podesiti relejem koji upravlja radom izuzimača zrna.
- Mjerenje i regulacija- omogućavaju siguran i jednostavan rad i rukovanje sušarom.



Slika 12. SETING – INŽENJERING sušara

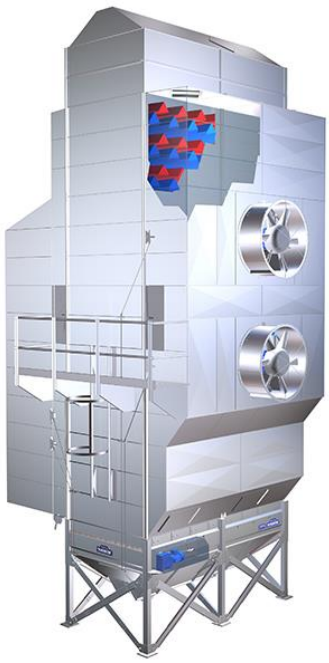
Izvor: Silo-tehnika d.o.o.

2.10.4. Tornum sušara

Tornum sušara je kontinuirana sušara s miješanim protokom zraka te se koristi u sušenju kukuruza, repice i ostalih žitarica ili uljarica, dostupne su u različitim veličinama i kapacitetima. Unutrašnjost sušare je glatka bez pokretnih dijelova te se može jednostavno čistiti i promijeniti proizvod se suši. Pogonsko gorivo Tornum sušara može biti plin, ulje, radijatori s toplom vodom ili biomasa. Tornum sušara ima ugrađene prigušivače koji smanjuju buku te centriklon koji odvaja prašinu i pljevu tokom sušenja čime se smanjuje zagađenje okoline prašinom (Tornum).

Dijelovi Tornum sušare:

- Plamenici- mogu koristiti različite izvore grijanja (plin, biomasa, ulje ili radijatori s toplom vodom).
- Međuspremnik za zrno- može ih biti više, ali oni ovise o vlazi zrna i veličine same sušare.
- Konusni laterali za dovod i odvod zraka- smješteni bočno u cijeloj sušari kako bi bilo ravnomjerno strujanje zraka i sušenje, laterali su postavljeni na bočne stjenke sušare da se spriječi kondenzacija.
- Ventilatori s podesivim protokom zraka- mogu imati sustave za odvajanje prašine i prigušivače.
- Ispušna komora- sakuplja zrak koji je prolazio kroz materijal koji se suši i koji ide do ventilatora s podesivim protokom zraka.
- Prilagodljivo sušenje i hlađenje- mogućnost da se podesi sušara na valjanu razinu radi pravilnog načina sušenja i hlađenja.
- Dio za ispuštanje materijala- napravljen od pocinčanog čelika, pražnjenje se može izvesti električnim putem valjcima male brzine ili impulsnim kapcima.
- Ljestve i platforma- za nadzor i nadgledanje procesa sušenja i hlađenja materijala kojeg sušimo.



Slika 13. Dijelovi Tornum sušare

Izvor: https://www.tornum.com/product/continuous-mixed-flow-dryer-tk/

2.10.5. Stela sušara

Stela sušara je kontinuirana sušara koja koristi najkvalitetnije materijale izrade te su izrađene od posebnih legura aluminija i zbog toga imaju dugi vijek trajanja. Revolucionarni raspored zračnih kanala u sušari Stela s BiTurbo tehnologijom potrebna količina toplog zraka smanjuje se do 50% što rezultira i smanjenom potrošnjom toplinske energije (do 15%) u usporedbi s ostalim sušarama koje imaju aktivno vraćanje topline. Princip rada BiTurbo tehnologije je da se svježi zrak usisava u donjem dijelu sušare te se zagrijava npr. plinskim plamenikom i vodi u donji odjeljak za sušenje skupa s prethodno zagrijanim zrakom iz zone hlađenja. Zrno se suši do 150 °C bez oštećenja jer je vlaga zrna oko 18 – 20%, vrući zrak koji izlazi iz donjeg dijela dovodi se aksijalnim ventilatorom u gornju zonu sušare gdje se miješa sa svježim zrakom koji se zagrije plamenikom do temperature od 120 °C – 130 °C. Zagrijani zrak prvo prolazi kroz gornji sloj vlažnog zrna prije nego što ga drugi aksijalni ventilator ispuše van iz sustava sušenja (https://www.pawlica.eu).

Materijal prolazi kroz sušilicu principom gravitacije, topli zrak struji s prednje strane te na taj način vrši sušenje materijala koji se suši, vlažni zrak koji je već na granici zasićenosti izlazi kroz ispušni krov pomoću ispušnog ventilatora (Stela Agrodry).

Dijelovi Stela sušare:

- Pneumatsko elektronički kontrolirano pražnjenje- u praksi se najviše koristi u preradi kukuruza, vrši se u kratkim intervalima gdje se ispuštaju velike količine materijala, pošto ima ugrađene sustave za uklanjanje prašine nema problema s prašinom. PLC kontrola tijekom pražnjenja uz pomoć pneumatskih poklopaca kontrolira ispušni zrak i ispuštanje prašine tokom sušenja, čime se smanjuje potrošnja energije.
- Centrifugalni separator- radijalni ventilator koji usisava prašnjavi ispušni zrak iz sušare i gura u vrtložnu komoru, zbog centrifugalne sile čestice prašine migriraju do vrtložne komore gdje se sve čestice prašine izbacuju van iz sušare i deponiraju u vreću te se tamo uz pomoć rotacijskog ventila sustav koji skuplja prašinu prazni. Posebno je napravljen za kukuruz i zrnatu prašinu.
- Način grijanja sušare može biti indirektno, direktno i izmjenjivačem tople vode. Kod direktnog sušenja sustav za grijanje se sastoji od vanjskog i srednjeg omotača koji

služi da ne dođe do gubitka energije, perforirana komora od čelika je otporna na toplinu te se svježi i topli zrak miješaju da nastane homogena temperatura te ide izravno u sušaru. Indirektno sušenje se sastoji isto kao i kod direktnog sušenja samo što se pri izgaranju dimni plinovi nastaju unutar zatvorene površine te se ispušni plinovi prenose svježim zrakom, ohlađeni plinovi izlaze kroz dimnjak te na taj način topli zrak je potpuno bez dimnih plinova. Izmjenjivač topline vode radi na niskim temperaturama do 30 °C te se koriste za zagrijavanje dovodnog zraka u sušaru.

- Plamenici mogu biti s prisilnim propuhom, plinski i na biomasu. Plamenici s prisilnim propuhom su pogonjeni na naftu ili plin, za stvaranje toplog zraka koriste plamenik ventilatora, ovisno o mediju kojeg služimo u zagrijavanju imamo razne mogućnosti upravljanja s takvim plamenikom jer ima više verzija za izbor na koji će se način pogoniti. Plinski plamenici za izravno zagrijavanje zraka se često koristi kao alternativa te je taj plamenik ugrađen u kanalu za grijanje koji je integriran u nape za topli zrak, ima visoku učinkovitost paljenja, idealnom miješanje zraka i jednoličnu temperaturu toplog zraka, ušteda prostora, nije potreban ventilator za izgaranje. Loženje na biomasu s neizravnim zagrijavanjem zraka koristi drva u različitim oblicima, može se automatski upravljati te uklanjati prašina iz dimnih plinova uz pomoć dimnjaka, snaga kotla je od 291 do 12 000 kW te ima visoku izlaznu snagu, optimalna učinkovitost i usklađen je s zakonodavstvom po pitanju emisija CO_2.
- Ventilatori za sušenje i hlađenje su izrađeni od aluminija, ventilatori mogu biti centrifugalni ili aksijalni te osiguravaju kretanje zraka unutar sušenja i hlađenja samog proizvoda. Aksijalni ventilatori imaju veći volumni protok nego centrifugalni te su visoko učinkoviti mogu imati izravni ili klinasti pogon te se pokreću trofaznim motorom te kućište ventilatora je od pocinčanog lima.



Slika 14. Presjek Stela sušare

Izvor: https://www.agriexpo.online/prod/stela-laxhuber-gmbh/product-172539-42163.html

2.11. Proces čišćenja zrna

Za grubo predčišćenje zrna prije samog procesa sušenja može se koristiti čistać sa bubnjem ili rotacijski čistać sa bubnjem koji se koriste za predčišćenje samog materijala prije procesa sušenja (Cimbria).

Čistač s bubnjem je razvijen za teške uvjete rada te grubo čišćenje uljarica i drugih proizvoda poput žitarica i kukuruza. Cilindrična sita odvajaju grube nečistoće i strane materijale poput kamenja, slame i klipova kukuruza (Cimbria).

Rotacijski čistač je učinkovit i čvrst separator za sve vrste žitarica i kukuruza. Stroj ima veliki kapacitet za predčišćenje zrna s visokim sadržajem vlage i nečistoća. Obično se postavlja na mjesto gdje se unosi biljka te zahtijeva minimalan nadzor i održavanje (Cimbria).

Trijer se koristi za čišćenje zrna u mlinovima i u linijama za sortiranje, trijer služi za prikupljanje primjesa i onečišćenja različitog oblika i duljine. U procesu čišćenja trijer se nalazi iza strojeva koji uklanjaju veće nečistoće. Trijer radi na način da ima omotač s rupicama, zrno dolazi u bubanj te se rotacijom manje čestice hvataju u rupice te izlaze iz trijera u korito u kojem se sakupljaju same nečistoće, dok veće čestice ostaju u bubnju.

Magnetski separatori su pločasti separatori s permanentnim magnetima koji se koriste za uklanjanje feromagnetskih primjesa iz zrna. Magnetski separator se sastoji od kućišta s vratima i kontrolnog prozora. Unutar kućišta nalazi se magnetski blok postavljen na nagibnu ploču i brisač. Metalno kućište s ulaznim i izlaznim prirubnicama može biti opremljeno raznim spremnicima, dok sami magnetski blok je sastavljen od magnetskih elemenata (https://senovka.cz).

2.12. Skladištenje

Bez obzira na to koliko su visoke hranjive vrijednosti hrane za životinje odmah nakon berbe, one će izgubiti te vrijednosti u kratkom vremenskom razdoblju zbog nepravilnog skladištenja (Didier, 2003).

Način skladištenja ovisiti će o uvjetima pod kojim određeni proizvod treba čuvati tj. o čimbenicima koji utječu na čuvanje pojedinih proizvoda. Skladištenje zrnatih proizvoda s niskom vlažnošću ili tzv. Osušenog zrna zasniva se na činjenici, da takvi proizvodi imaju vlagu nižu od kritične. Zbog toga se fiziološki procesi razvijaju vrlo sporo i kao takvi praktički nemaju značaja, niti utjecaja na skladištenu masu.

Izmjena vlage u zrnu uobičajena je u normalnim uvjetima skladištenja. Međutim, ako se vlaga i temperatura ne kontroliraju u okolišu, tada dolazi do negativnih uvjeta kao što su plijesan, klijanje, propadanje, užeglost (Sharma, 2007). Kod zrna kukuruza prilikom skladištenja može doći do pojave aflatoksina, kemijskog spoja koji proizvodi nekoliko Aspergillus gljiva, prvenstveno Aspergillus flavus i Aspergillus parasiticus. Aflatoksin je nepovoljan u rastu i razvoju goveda, peradi, svinja ili neke druge domaće životinje te aflatoksin može biti smrtonosan za sve domaće životinje ali mlade svinje, steona goveda, telad i mlada perad je osjetljivija nego odrasla životinja (Gardisser i sur., 2006.).

Skladištenje žitarica bez gubitka hranjive vrijednosti moguće je samo uz osiguravanje potrebnih uvjeta okoliša. Stalna kontrola te pravovremena intervencija, kao što je rashlađivanje i provjetravanje, te dobra izolacija od utjecaja vanjskih čimbenika (vremenske prilike, nagle promjene temperature, povišenje vlažnosti zraka i dr.) omogućavaju skladištenje odnosno čuvanje kroz dulje razdoblje, a s minimalnim gubicima. Također kvaliteta izgradnje skladišne konstrukcije, korišteni građevinski i izolacijski materijali, unutarnja ventilacija,

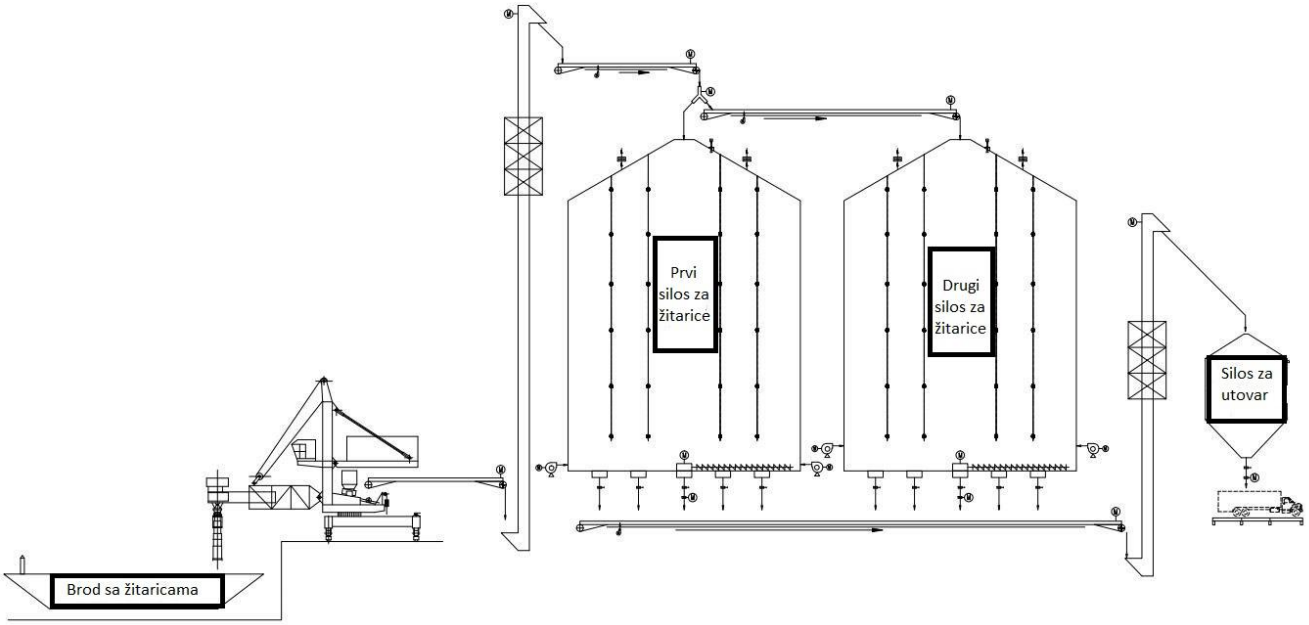
sustavi grijanja i hlađenja i primjerenost skladišnog volumena najvažniji su čimbenici koji utječu na uspjeh skladišta (Polat, 2015.)

Zrno kukuruza najčešće se skladišti u silosima i to:

- luči silosi,
- silosi sa suženim postoljem i okvirom,
- podni silosi,
- silosi sa ravnim dnom i
- silosi s konusnim dnom

2.12.1. Lučki silosi

Lučki silosi uglavnom služe za kratkotrajno skladištenje i imaju veliki kapacitet skladištenja, krasi ih velika brzina primanja i otpreme žitarica te može koristiti za izravno slanje žitarica u pogon za preradu. Lučki silos je posredna karika nabave, obrade i trgovanja te takvi silosi zahtijevaju visok stupanj mehanizacije i automatizacije te visoku opremu i strojeve kao i nisku potrošnju energije.



Slika 15. Koncept lučkog silosa

Izvor: https://www.grainsilo.com/grain-system-solution/seaport-silo.html

2.12.2. Silosi sa suženim postoljem i okvirom

Silosi sa suženim postoljem i okvirom koriste se za kratko skladištenje malih količina proizvoda koji je namijenjen za pretovar i utovar kamiona ili vagona. Silosi se proizvode od valovitog čelika s inovativnim premazom MAGNELIS s dodatkom aluminija i magnezija. Okvir je izrađen od zavarenih metalnih greda s naknadnim lakiranjem i pocinčavanjem. Uglavnom su to pravokutni ili kvadratni bunkeri s konusnim dnom u obliku stošca od 45 ili 60 stupnjeva.



Slika 16. Silosi sa suženim postoljem i okvirom

Izvor: https://kaltes.lv/en/primary-grain-processing/grain-silos/conical-base-silos/

2.12.3. Podni silosi

Podni silosi su izrađeni od betona, drva i pocinčanog čeličnog lima visine od 2 do 8 metara, krasi ga jednostavna i brza montaža te čvrsta i fleksibilna konstrukcija, takvi silosi se jednostavno čiste i odbijaju svaki napad štetočina. Pod silosa se sastoji od drvenih ploča koja su otporna na vlagu te polukružnog bočnog kanala kroz kojeg se može vršiti sušenje i ventilacija samog usjeva (Sukup).



Slika 17. Podni silos

Izvor: Sukup

2.12.4. Silosi s ravnim dnom

Silosi s ravnim dnom služe za dugotrajno skladištenje velikih količina žitnih proizvoda kao što su: mjesta za prihvat i skladištenje žitarica, proizvodnja brašna, piva, bioetanola, pretovar u lukama, proizvodnja mješovite stočne hrane itd. Silos je napravljen u obliku cilindra, krov je nagnut pod 30 stupnjeva, inspekcijska vrata u krovu, krovnu ventilaciju sa zaštitom protiv ptica, dodatna oprema koja se može nadograditi na takvu vrstu silosa je sustav termo upravljanja, ventilacijski sustav za pod, unutarnje ljestve, osjetnik razine.



Slika 18. Silos s ravnim dnom

Izvor: https://kaltes.lv/en/primary-grain-processing/grain-silos/flat-bottom-silos/

2.12.5. Silosi konusnim dnom

Silosi s konusnim dnom služe za dugotrajno skladištenje te lakše istjecanje materijala iz silosa, cilindar ima izvrsnu otpornost na atmosferske utjecaje te vanjski stupovi služe za ojačanje cilindra. Kružni dijelovi zatvoreni su plastičnim brtvama dok na drugom dijelu cilindra je umetnut šaht s kojim možemo lakše održavati. Krov je pod nagibom od 25 do 30 stupnjeva te se zatvarač postavlja u središte krova dok otvor za pregled u donjem dijelu krova, konus je pod nagibom od 45 stupnjeva radi lakšeg pražnjenja. Kod ovakvih tipova silosa možemo dodati indikatore za minimalnu i maksimalnu razinu, termometrijski sustav itd. (https://en.zanin-italia.com).



Slika 19. Silos s konusnim dnom

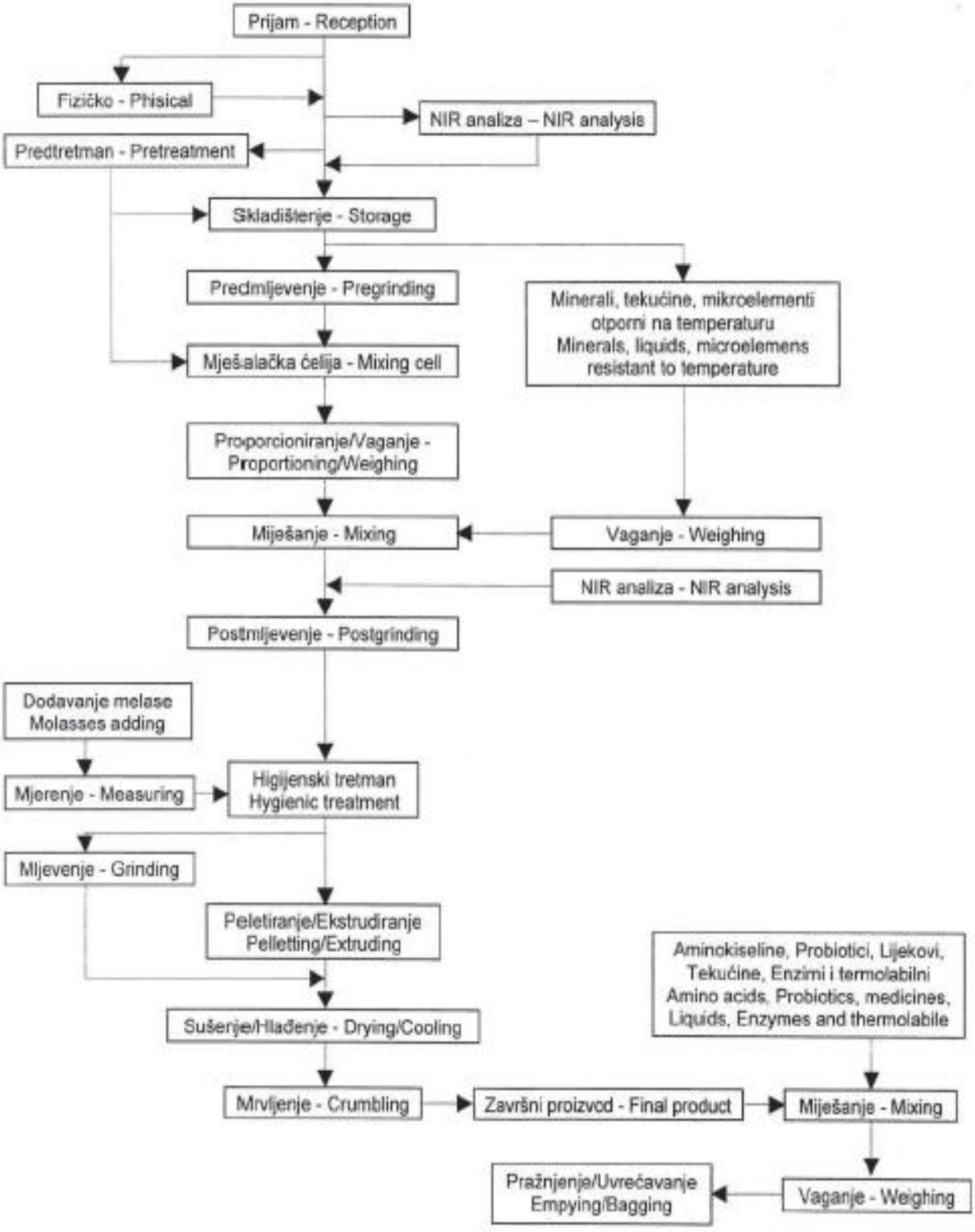
Izvor: https://granos.lt/en/grain-silos/conical-grain-silos/

2.13. Tvornice hrane za životinje

Proizvodnja hrane za životinje nije samo mljevenje i miješanje zrnastih hranjiva i svakako nije samo mješaonica, već vrlo široko obuhvaća kompletnu poljoprivredu i prehrambenu industriju kroz različite procese sakupljanja, konzerviranja, čuvanja i prerade osnovnih i sporednih proizvoda koji služe za povećanje njihove upotrebne vrijednosti i bolju valorizaciju u hranu za ljude preko hrane za životinje (Sredanović i sur., 2008).

U tvornicama hrane za životinje koriste se različite sirovine, različite po svojim kemijskim i fizikalnim osobinama. Po količini, najvažniji sastojci krmnih smesa su žitarice koje čine i više od 50% ukupnih sirovina. Najzastupljenije sirovine, među kojima je i kukuruz se u tvornicu hrane za životinje dopremaju u rasutom stanju i treba osigurati njihov prijem i skladištenje (McElhiney, 1994).

Proces proizvodnje stočne hrane je relativno jednostavan proces kako se dođe do formulacije krmne smjese. Glavni cilj postupka je osigurati da konačna smjesa sadrži jednoliko isti udio sastojaka čak i u najmanjem mogućem uzorku od recimo jednog grama kako je izvorno namijenjeno, ukratko različiti koraci u proizvodnji stočne hrane mogu se nabrojati na sljedeći način: primanje i određivanje materijala, mljevenje materijala, melasificiranje i mješanje, peletiranje i hlađenje i na kraju pakiranje (www.troikaindia.com). Prikaz modernog toka tvornice hrane za životinje dat je na slici 20. (Krička i Pliestić, 2002).



Slika 20. Procesni tok tvornice hrane za životinje

Izvor: Krička i Pliestić, 2002.

3. ZAKLJUČAK

Hranidba životinja je ključna stvar u samom rastu i razvoju životinje te se tome pridodaje velika pažnja prilikom odabira krmnih smjesa, većina proizvođača jamči za kvalitetu svojeg proizvoda no to sve proizlazi od same kvalitete robe te njihovog slijeda procedura kojima dolazimo do krajnjeg proizvoda to jest do izrade krmnih smjesa za upotrebu u prehrani domaćih životinja.

Sušenje je jedno od glavnih procedura kojima se posvećuje najveća pažnja te se sušenjem mora postići određen postotak vlage kojim možemo skladištiti taj materijal da ne bi došlo do samozagrijavanja ili biokemijskih reakcija koje mogu uzrokovati propadanje same sirovine. U području sušenja postoji dosta starih, ali prihvatljivih te nezamjenjivih načina sušenja sirovina koja se koriste u svrhu dobivanja materijala koji je pogodan za proizvodnju krmnih smjesa te hrane za životinje.

Skladištenje je važno radi očuvanja samog materijala to jest sirovina koje ćemo dalje koristiti u proizvodnji krmnih smjesa, najpoznatiji te najučinkovitiji način skladištenja samog materijala kojeg ćemo koristiti u prehrani ili proizvodnji krmnih smjesa su silosi koji su u današnje vrijeme izrađeni od pocinčanih limova, dok se još mogu vidjeti i pronaći silosi koji su građeni od armiranog betona.

Literatura

1. Didier K., Jacob R. G., Corinne A. Abdoulaye T. (2013). Effects of storage losses and grain management practices on storage: Evidence from maize production in Benin. 2013 Annual Meeting, Agricultural and Applied Economics Association, Washington

2. Polat H. (2015). Effects of different storage conditions on the nutritional qualities of barley and maize. Journal of Agricultural Sciences, 21(2), 246-255.

3. Sharma S., Gambhir S. Munshi S. K. (2007). Changes in lipid and carbohydrate composition of germinating soybean seeds under different storage conditions. Asian Journal of Plant Science 6: 502-507

4. McElhiney, R. R. (1994). Feed Manufacturing Technology IV. American Feed Industry Association. Inc. Arlington, Virginia.

5. Sredanović, S., Lević, J., Đuragić, O., Petkova, M. (2008). Održiva proizvodnja hrane za životinje. Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi/PTEP, 12(3), 175-179.

6. Krička, T., Pliestić, S. (2002). Novi aspekti kontrole kakvoće proizvodnje stočne hrane-osiguranje kakvoće sirovina i gotovih proizvoda. Krmiva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme, 44(3), 143-148.

7. Mobolade, A. J., Bunindro, N., Sahoo, D., Rajashekar, Y. (2019). Traditional methods of food grains preservation and storage in Nigeria and India. Annals of Agricultural Sciences, 64(2), 196-205.

8. Mujumdar, A. S., Devahastin, S. (2000). Fundamental principles of drying. Exergex, Brossard, Canada, 1(1), 1-22.

9. McKenzie, B. A., Foster, G. H., Noyes, R. T., Thompson, R. A. (1972). Dryeration: Better Corn Quality with High Speed Drying.

10. Cimbria Continuous Flow Dryer, prospekt

11. Onwude, D. I., Hashim, N., Janius, R. B., Nawi, N. M., Abdan, K. (2016). Modeling the thin-layer drying of fruits and vegetables: A review. Comprehensive reviews in food science and food safety, 15(3), 599-618.

12. Gardisser, D., Huitink, G., Cartwright, R. (2006). 10-Grain Storage and Aflatoxin in Corn. In Corn Production Handbook (pp. 79-85).

13. Maier, D. E., Bakker-Arkema, F. W. (2002). Grain drying systems. In Proceedings of the 2002 Facility Design Conference of the Grain Elevator & Processing Society, St. Charles, Illinois, USA, July (pp. 28-31).

14. Mittal, G. S., & Otten, L. (1982). Simulation of low temperature corn drying. Canadian Agricultural Engineering, 24(2), 111-118.

15. Du Plessis, J. (2003). Maize production (pp. 1-38). Pretoria, South Africa: Department of Agriculture.

16. LAW Grain Dryer – PL2B Model, prospekt

17. Bîrsan, M., Cârlescu, P., Ţenu, I., Muscalu, A. (2018). CONSIDERATIONS REGARDING VERTICAL DRYERS FOR CEREAL AND TECHNICAL PLANT SEEDS. Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara, 16(4), 169-174.

18. SETING - INŽENJERING d.o.o., prospekt

19. Stela Agrodry, prospekt

20. Sukup, Flat Storage, prospekt

21. Suleiman, R., Rosentrater, K. A., Bern, C. (2013). Effects of deterioration parameters on storage of maize: A review. Journal of Natural Sciences Research, 3(9), 147-165.

22. Li, T., Li, C., Li, B., Li, C., Fang, Z., Zeng, Z., Huang, J. (2020). Characteristic analysis of heat loss in multistage counter-flow paddy drying process. Energy Reports, 6, 2153-2166.

23. Tornum Continuous Mixed Flow Dryers, prospekt

24. University of Wisconsin and Madison (2012). Batch Dryers, priručnik, University of Wisconsin and Madison

25. University of Wisconsin and Madison (2013). Continuous Flow Dryers, priručnik, University of Wisconsin and Madison

26. Ai, Y., & Jane, J. L. (2016). Macronutrients in corn and human nutrition. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 15(3), 581-598.

27. Videnović, Ž., Simić, M., Srdić, J., & Dumanović, Z. (2011). Long term effects of different soil tillage systems on maize (Zea mays L.) yields. Plant, Soil and Environment, 57(4), 186-192.

28. Katić, Z. (1997). Sušenje i sušare u poljoprivredi. Multigraf, Zagreb.

Izvori s WEB stranica:

1. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize - pristupljeno 20.8.2021.
2. https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=82_OBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA127&dq=indirect+drying&ots=Mfs5xawIhe&sig=KvkBPTgvB-S7wgqTHFjAHQ0P26g&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false – pristupljeno 1.9. 2021.
3. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/APRO_CPSH1__custom_1328141/default/table?lang=en – pristupljeno 20.8.2021.
4. https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/facts-and-figures/markets/overviews/market-observatories/crops/cereals-statistics_en - pristupljeno 20.8.2021.
5. https://en.zanin-italia.com/products_conical_silos.html - pristupljeno 1.9.2021.
6. https://fyi.extension.wisc.edu/energy/grain-drying-and-storage/batch-grain-dryers/ - pristupljeno 5.9.2021.
7. https://kaltes.lv/en/ - pristupljeno 29.8.2021.
8. https://senovka.cz – pristupljeno 1.9.2021.
9. https://www.buhlergroup.com/content/buhlergroup/global/en/process-technologies/Drying.html - pristupljeno 1.9.2021.
10. https://www.cimbria.com/en/products/drying/continuous-flow-dryers.html - pristupljeno 28.8.2021.
11. https://www.grainsilo.com/grain-system-solution/seaport-silo.html - pristupljeno 1.9.2021.
12. https://www.pawlica.eu/news/2014/10/13/novinka-stela-biturbo/ - pristupljeno 1.9.2021.
13. https://www.tornum.com/product/continuous-mixed-flow-dryer-tk/#dokument – pristupljeno 1.9.2021.
14. https://www.troikaindia.com/cattle-feed-plant.html - pristupljeno 30.8.2021.

Životopis

Jurica Majdandžić rođen je 1996. godine u Zagrebu, osnovnu školu je završio u osnovnoj školi Klinča Sela u Klinča Selima 2011. godine, nakon toga srednjoškolsko obrazovanje stječe u Drvodjeljskoj školi u Zagrebu te završava tu istu srednju školu 2015. godine te iste 2015. godine upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu. Preddiplomski studij završava 2018. godine sa završnim radom na temu „Usporedba specifične potrošnje goriva traktora Deutz snage od 40 kW do 65 kW u razdoblju od 1996 – 2012 godine. Iste godine upisao je diplomski studij usmjerenja Mehanizacija na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Stručni interesi su mu mehanizacija u poljoprivredi, obnovljivi izvori energije, gospodarenje zemljištem i suvremene tehnologije u poljoprivredi.