

## POSTUPCI MIJEŠANJA KRMNIH SMJESA

### FEED MIXING PROCEDURES

**Z. Katić, S. Plietić**

Stručni članak  
UDK: 636.085.68.  
Primljeno: 20. svibanj 2003.

### SAŽETAK

Povećanje broja mješaonica krmnih smjesa manjih kapaciteta dovelo je do povećanja broja novih proizvoda (krmnih smjesa) na tržištu RH. Nažalost u Hrvatskoj još nije donesena pravna regulativa koja bi određivala minimum stručnog obrazovanja u vođenju i upravljanju takvim mješaonicama. Samo po sebi nameće se pitanje kakvoće samog konačnog proizvoda.

Miješanje kao postupak u procesu proizvodnje krmnih smjesa od izuzetne je važnosti za kakvoću konačne krmne smjese. Dobro miješanje započinje poznavanjem tehnologije proizvodnje, ali i pravilnim odabirom opreme.

Ovaj rad doprinosi boljem razumijevanju tehnologije proizvodnje i spoznaji rada mješalica kao ključnog segmenta u postupku miješanja pri procesu proizvodnje krmnih smjesa.

Ključne riječi: postupci miješanja, mješalice, krmne smjese

### UVOD

U nas je posljednjih godina učestala izgradnja mješaonica krmnih smjesa. One ne proizvode krmne smjese samo za vlastite potrebe ili potrebe kooperanata, što bi im trebao biti glavni zadatak, već se pojavljuju i na tržištu, pa su preuzele i velik dio proizvodnje krmnih smjesa prijeratnih tvornica krmnih smjesa.

Zasigurno najvažnija operacija u proizvodnji krmnih smjesa je miješanje. Ne ulazeći u recepturu i kakvoću sastava krmne smjese, potrebno je razmotriti postupak miješanja u procesu proizvodnje krmne smjese. Često navedena postrojenja koriste vrlo jednostavnu opremu koja ne omogućava širok raspon tehnoloških postupaka kojima se krmna smjesa uobičajeno priprema.

Postupkom miješanja stvara se homogena masa, koja se sastoji od komponenata različitih fizikalnih i kemijskih svojstava. Jednoličnost i ujednačenost su mjerila kakvoće neke krmne smjese. Na sam postupak miješanja utječu i fizikalna svojstva sastojaka krmne smjese, kao što su: veličina, oblik i stanje površine čestica materijala, oblik čestica, higroskopičnost, gustoća, adhezija, elektrostatika, pa i odnos miješanja.

Miješanje je to kvalitetnije što su fizikalna svojstva svih komponenata približno ista. Razlika u fizikalnim svojstvima stvara probleme u miješanju i dekomponiranju krmne smjese.

Dr. sc. Zvonko Katić, redoviti profesor u mirovini, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu; Dr. sc. Stjepan Plietić, docent, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Zagreb.

Rad mješalice ovisi o njoj konstrukciji ali i o fizikalnim osobinama sirovine. Glavni čimbenici koji su vezani uz rad mješalice su: trajanje (vrijeme) miješanja krmnih smjesa, kakvoća nastala miješanjem sirovina različitih fizikalnih osobina, te učinci uporabe različitih razjeđivača predsmjese.

U postupku miješanja mješalice treba samo djelomično napuniti kako bi se omogućilo česticama unutar mješalice da se premještaju. Stupanj punjenja " " je odnos volumena prazne mješalice naspram volumena materijala u mješalici, i u rasponu je između 0,3 i 0,6.

### POSTUPCI MIJEŠANJA MATERIJALA

Postupke miješanja materijala moguće je podijeliti u dvije osnovne skupine:

- Postupni (šaržni) sustav rada
- Neprekidni (kontinuirani) sustav rada

Ta dva postupka miješanja znatno se razlikuju i po kakvoći proizvedene krmne smjese, kao i u odnosu miješanja čestica materijala. Značajna prednost kontinuiranog postupka miješanja je automatizacija procesa.

#### Postupni (šaržni) sustav

U praksi se koristi skuplji sustav postupnog (šaržnog) dodavanja izvaganih sastojaka u za to predviđenu mješalicu. Miješanje u šaržnom postupku traje duže, no u cjelini je taj postupak točniji jer je svaki sastojak izvagan. Mješalice ovog tipa međusobno se znatno razlikuju po svojim mogućnostima miješanja. Učinak ovisi o njihovom obujmu, tipu i odnosu miješanja gotove krmne smjese. Razlikuju se prema načinu miješanja koje može biti:

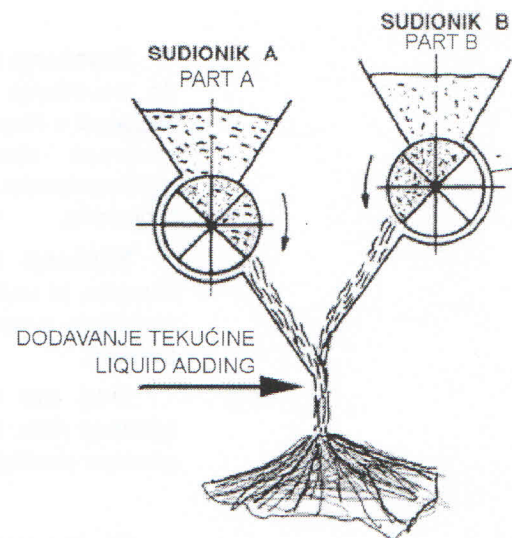
- gravitacijski - slobodnim padom
- međusobnim premještanjem (guranjem) materijala
- bacanjem
- centrifugalnom silom
- kombinacijom nekih od navedenih načina.

#### Neprekidni sustav rada (kontinuirani)

Jednostavan način miješanja dva ili više sastojaka je njihovo istovremeno nasipavanje iz dodavača na čunj (stožac). Na dijelu slobodnog pada prije vrha stošca, moguće je i prskanje fino rasprskane tekućine (Slika 1).

**Slika 1. Miješanje dva materijala nasipavanjem na stožac (čunj)**

**Figure 1. Mixing two materials by filling the cone**



Dodavači (dozatori) dodaju materijal u određenoj (željenoj) količini različitim brzinama okretanja zvjezdastog izuzimaača. Vidljivo je da krmna smjesa neće biti dobro izmiješana, jer stvaranjem slojeva na stošcu dolazi do razdvajanja čestica po veličini i po gustoći.

Rješenje je moguće dodavanjem mješalice koja će prisilno izmiješati materijal ("slap materijala") koji neprekidno i istovremeno dolazi iz dodavača u raznim količinama. U tu svrhu služe različiti strojevi i oprema za miješanje (mješalice).

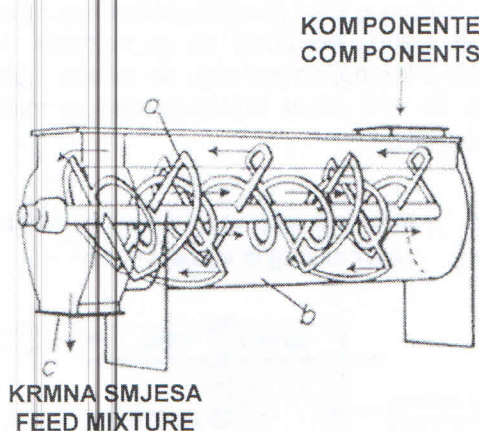
#### MJEŠALICE

Mješalice su uglavnom prema tipu svrstane u dvije osnovne skupine i to: kontinuirane (vodoravne) i šaržne (vodoravne i uspravne). Najčešće je

upotrebljavana vodoravna šaržna mješalica za kapacitete proizvodnje iznad 10 t/dan gotove krmne smjese, dok se uspravne mješalice s pužnicom upotrebljavaju uglavnom u mješaonicama manjeg kapaciteta.

**Slika 2. Horizontalna (vodoravna) mješalica neprekidnog djelovanja**

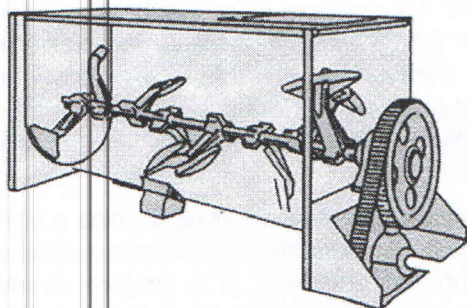
**Figure 2. Horizontal mixer working continually**



Jedan od oblika vodoravne mješalice neprekidnog djelovanja prikazan je na slici 2. Materijali (sastojci) se neprekidno pune na jednoj strani mješalice. U mješalici su na osovinu koja se sporo okreće ( $Fr < 1$ ) ugrađene spirale (a) ili druge naprave različitih oblika kojima se prisilno miješa sadržaj i istovremeno transportira prema drugom kraju korita (b), gdje izlazi (c) promiješana krmna smjesa.

**Slika 3. Mješalica s lopaticama za miješanje**

**Figure 3. Mixer with paddles for mixing**

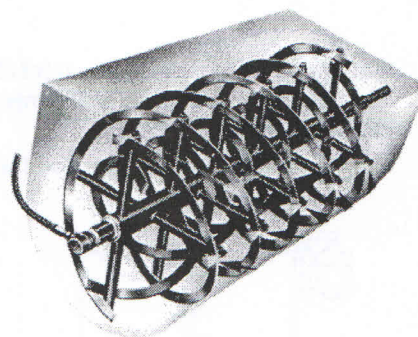


Za dodavanje tekućina u mješalicama ovog sustava miješanja služi mješalica bubnjastog oblika

s osovinom velike brzine vrtnje. Kroz šuplju osovinu ubrizgava se tekućina koju rasprskavaju sapnice (Slika 4). Brzim okretanjem plužnih mješača ( $Fr > 1$ ) materijal se miješa razbacivanjem, a grudice nastale dodavanjem tekućina istovremeno razbijaju. Slika 5. pokazuje neke oblike lopatica u takvim mješalicama. Odnos miješanja je 1:100000 tijekom 5 do 10 minuta po dodavanju zadnje komponente u mješalicu.

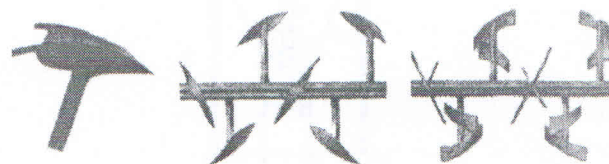
**Slika 4. Izgled spirala za miješanje u šaržnoj mješalici Sprout Waldron s dodavanjem tekućine kroz osovinu**

**Figure 4. Spiral for mixing in the slip mixer Sprout Waldron with liquid added through axis**



**Slika 5. Razni oblici lopatica u mješalicama s bubnjem**

**Figure 5. Various forms of paddles in mixers with drum**

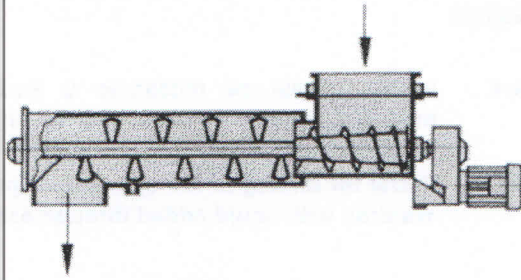


Miješanje neprekidnog (kontinuiranog) dotoka materijala može se obavljati u okomitim ili u kosim mješalicama, već prema raspoloživom prostoru i potrebi tehnološkog postupka.

Za neprekidni (kontinuirani) sustav za miješanje sastojaka u krmnu smjesu, dodavanje sastojaka krmne smjese može biti gravimetrijsko (maseno), vaganjem posebnim vagama za stalno mjerenje mase koja prolazi kroz vagu i volumetrijsko -

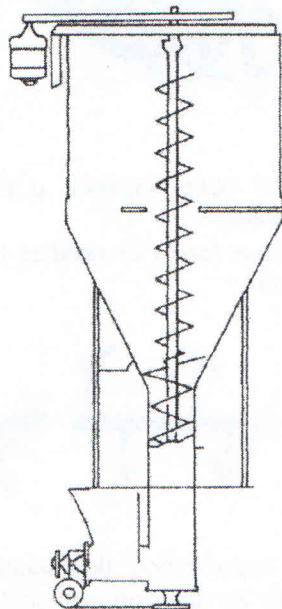
dodavačima (dozatorima) protoka volumena. Oba postupka potrebno je u određenim vremenskim razmacima provjeravati i usmjeravati.

**Slika 6. Mješalica za neprekidno miješanje**  
**Figure 6. Mixer for continual mixing**



**Slika 7. Vertikalna (uspravna) mješalica s okomitom pužnicom za miješanje (Sprout Waldrom, SAD)**

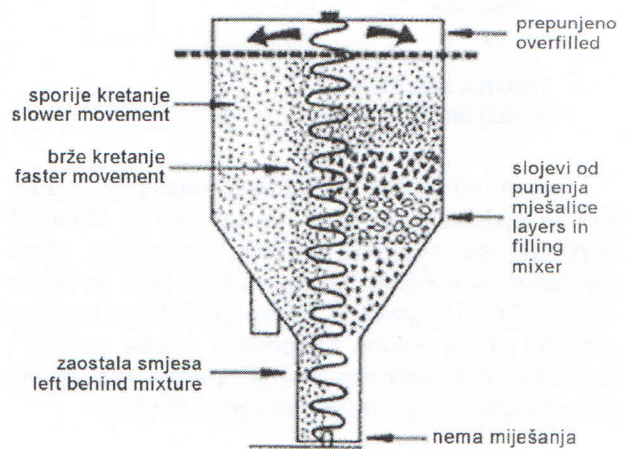
**Figure 7. Vertical mixer with vertical soil for mixing**



Mješalice i kod nas u upotrebi u manjim mješalicama su uspravne s jednom pužnicom unutar mješalice (slika 7). Mješalica se puni na usipnom košu iz kojega kratki puž donosi krmnu smjesu do okomitog puža koji krmnu smjesu diže do vrha mješalice. Tijekom punjenja se u mješalici stvaraju

slojevi različitih sastojaka krmne smjese, redoslijedom kojim je mješalica punjena. Miješanje tih slojeva postiže se radom pužnice koja s dna diže krmnu smjesu i prebacuje je na vrh. Vrijeme potrebno za dobru izmiješanost sastojaka u mješalici ovog tipa je oko 15 minuta po dodavanju zadnje komponente u krmnu smjesu, dakle ukupno oko 30 minuta. Ukoliko se produži trajanje miješanja dolazi do dekomponiranja krmne smjese. Takva mješalica ne može se koristiti za proizvodnju krmne smjese u kojoj je odnos potrebnog miješanja veći od 1:200, što znači da je najmanji dodani sastojak u krmnoj smjesi koju se miješa 0,5% ili 5 kg/toni. Za veći odnos miješanja ovakve mješalice nisu pogodne.

**Slika 8. Miješanje slojeva u uspravnoj mješalici**  
**Figure 8. Layer mixing in vertical mixer**



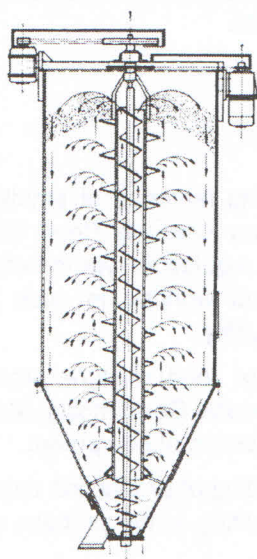
Da se izbjegne navedeni nedostatak uspravnih mješalica, kod nekih se kao rješenje okreće i cijev pužnice. Uz pužnicu je miješanje prisilno međusobnim premještanjem čestica i tlačenjem čime se potiče međusobno kretanje. Sile i putovi međusobnog premještanja materijala vidljivi su na slici 8. Prekratko vrijeme miješanja ne daje dobru krmnu smjesu.

Uspravna mješalica s dvije pužnice u cijevi radi na principu da se pužnica u unutrašnjoj cijevi okreće suprotno od cijevi koja je s vanjske strane oblikovana kao pužnica (slika 9). Dvije okomite pužnice imaju različite brzine vrtnje i time prisilno tlačenjem pokreću materijal u raznim smjerovima.

Mješalica je predviđena za odnos miješanja 1:500, a vrijeme miješanja za postizanje tog odnosa je 5 minuta. U prosjeku punjenje, miješanje i pražnjenje traje 10 minuta. Kapacitet mješalice obujma  $2\text{m}^3$  je oko 6 t/h krmne smjese.

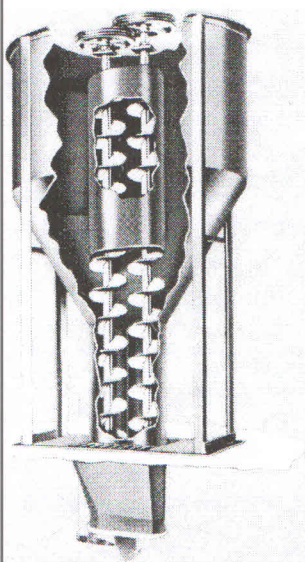
**Slika 9. Uspravna mješalica "Hudomix"**

**Figure 9. Vertical mixer "Hudomix"**



**Slika 10. Uspravna mješalica s dvije posebno pokretane pužnice (Prater Industries SAD)**

**Figure 10. Vertical mixer with two separately started coils**



Snaga potrebna za pokretanje mješalice ovisi o tipu mješalice. Mješalice koje miješaju slobodnim padom trebaju oko 1 do  $2\text{ kW/m}^3$  obujma, dok mješalice s premještanjem materijala unutarnjim guranjem (pomoću lopatica ili slično) trebaju od 3 do  $10\text{ kW/m}^3$  obujma. Najveću snagu trebaju mješalice koje miješaju pomoću centrifugalne sile i to od  $20$  do  $100\text{ kW/m}^3$  obujma. Odnosi miješanja i vrijeme odnosno trajanje miješanja u takvim mješalicama je različito.

## ZAKLJUČAK

U procesu proizvodnje krmnih smjesa od proizvođača se traži odgovornost, stručnost i profesionalni pristup. Miješanje kao postupak u procesu proizvodnje krmnih smjesa od izuzetne je važnosti za kakvoću konačne krmne smjese. Stoga je nužno steći i osnovna znanja o mogućnostima strojeva i opreme u sustavu proizvodnje.

Za miješanje krmne smjese u šaržnom postupku treba više vremena, no u cjelini gledano točniji je jer je svaki sastojak krmne smjese izvagan. Uspravne su mješalice popularnije u odnosu na vodoravne radi toga jer zauzimaju manje mjesta, dok su vodoravne u prednosti jer proizvode kvalitetniju krmnu smjesu i potrebno im je za to manje vremena. Mogućnost pogreške u miješanju veće su u uspravnim mješalicama.

## LITERATURA

1. Katić, Z. (1997.): Malene mješaonice krmnih smjesa - da ili ne. *Krmiva* 39 (4), str. 199-208.
2. Katić, Z. (1998.): Miješanje krmnih smjesa; Zbornik radova XIV međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja Stubičke toplice, str. 147-167.
3. Marr, J. E. (1982): *Inspection and Sampling of Feed Ingredients*; MSD AGVET, Arllington.
4. Pahl, M. (2000): Storing, conveying and metering bulk material; *Kunststoffe Plast Europe* 90, (10), str. 174; München; Germany.
5. Pfost, B. H. (1976): *Feed Mixing. Feed Manufacturing Technology*, "AFMA", Arlington, Virginia, USA.; 3 izdanje, str. 85-103.
6. Plietić, S. (1998.): Izvješće o ispitivanju homogenosti miješanja krmnih smjesa u horizontalnoj

- mješalici "Mulmix" Veterinarske stanice Varaždin, AF Zavod za poljoprivrednu tehnologiju skladištenje i transport, Zagreb.
7. Richardson, C. R. (1994): Quality Control at the Mixer. Proc. Nutrition and Quality Control Workshop, Texas Grain and Feed Association, Fort Worth, TX.
  8. Ute, K. (1998): Sandkastenspiele der Physiker. Bild der Wissenschaft (11), str. 24-29.
  9. Van Kempen, T., B. Park, M. Hannon, P. Matzat (2001): Precision nutrition: weighing feed ingredients correctly. Journal of the Science of Food & Agriculture. June 2001. v. 81 (8) str. 726-730; John Wiley & Sons Limited. West Sussex.
  10. Wilcox, A. R., L. J. Balding (1996): - Feed Manufacturing Technology - Short Course KSU - AFMA, Kansas City.
  11. Willis, Sara (2002): Feed mixing time and uniformity; Pig Pen; Department of Primary Industries; Queensland Government; Brisbane, Australia; Issue 30; Dec. 2002.

### SUMMARY

The increase in the number of feed mixing factories of smaller capacity has resulted in the increase of the number of new products (feed mixtures) on the market of Croatia. Unfortunately, there are no regulations yet to determine minimal professional education for managing and working in such factories. This imposes the question of the finished product quality.

Mixing as a procedure in the process of feed mixture production is very important for the quality of the finished feed mixture. Good mixing starts by knowing the production technology but also the right selection of equipment.

This paper contributes to better understanding of production technology as well as the work of mixers as a key segment in mixing in the process of feed mixture production.

Keywords: feed mixing procedures, mixers, feed mix