

EFEKTI TEČNIH DODATAKA NA SMANJENJE SEGREGACIJE I SADRŽAJA PRAŠINE U PREMIKSIMA

Darinka Pecarski, Anđa Hadžiabdić

Izvorni znanstveni rad
Primljeno: 18. 9. 1988.

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja je bio da se procene efekti tečnih dodataka na smanjenje segregacije i sadržaja prašine u premiksima korištenjem mineralnog ulja, sojinog ulja i bele masti u količini od 2 i 4% tež. Kontrolna smeša je bio premiks za svinje bez tečnih dodataka. Premiks je pripreman u horizontalnoj trakastoj mešalici, transportovan vertikalno elevatorom i horizontalno pužnim transporterom, a zatim ispuštan u ćeliju. Uzorci su sakupljeni nakon mešanja i nakon propuštanja kroz transportne uređaje i ćeliju. Segregacija je određivana merenjem raspodele selena putem magnetskog uklanjanja gvozdениh opiljaka, na koje je prethodno naneseo jedinjenje selena. Sadržaj prašine u premixu je meren testom pada u laboratorijskim uslovima. Homogenost premiksa je poboljšana dodavanjem tečnih sastojaka. Mineralno ulje je pokazalo najslabije efekte u sprečavanju segregacije premiksa, a bela mast najbolje. Poboljšanje je takođe dobiveno povećanjem koncentracije tečnih dodataka, iako su primećene tačke zasićenja kada se dalje povećanje sadržaja dodataka nije odražavalo u poboljšanju kvaliteta premiksa. Transportni uređaji su izazivali značajnu segregaciju sastojaka, međutim efekti su bili donekle umanjeni uključivanjem tečnih dodataka u premiks. Metod magnetskog izdvajanja je bio zadovoljavajući zbog doslednosti dobivenih rezultata, kao i zbog jednostavnosti i brzine postupka. Bela mast je smanjila sadržaj prašine u premixu za 24%, a sojino i mineralno ulje za 11% u odnosu na kontrolnu smešu.

Uvod

Primaran cilj proizvođača premiksa je da snabdejavu industriju stočne hrane kvalitetnim proizvodima, koji u sebi sadrže mikrokomponente u relativno visokim koncentracijama. Standard kvaliteta premiksa se odnosi na uniformnu distribuciju mikrokomponentata u premixu u cilju obezbeđivanja njihovog željenog nivoa u finalnim smešama u koje se premiksi dodaju. Važnost uniformnosti premiksa je kritična kada se ima u vidu da će se mešavina mnogih mikrohraniva (vitamina, minerala, lekova itd.) dalje razblaživati stotinama puta u finalnim smešama. Razdvajanje komponentata premiksa usled razlike u gustini, veličini i obliku čestica vrlo je verovatno kada se premiks u rinfuzi podvrgne slobodnom padu prilikom pražnjenja mešalice, punjenja i pražnjenja ćelije ili transporta. Bilo kakvo razdvajanje aktivnih komponentata može da izazove neuniformnost premiksa i čak veću neuniformnost finalnih smeša kojima je namenjen, a samim tim predodredene potrebe životinje(a) koje se hrane takvom hranom neće moći da budu zadovoljene.

Tečni dodaci, kao što su ulja, preporučeni su kao agensi ne samo za fizičku stabilizaciju premiksa, već i za smanjenje emisije prašine i nagomilavanje elektrostatičnog naboja. Prašljiv premiks je nepoželjan zbog potencijalno štetnih efekata na zdravlje radnika i zbog gubitka aktivnih komponentata.

Veoma malo informacija o efektima dodavanja tečnosti u premiks se može naći u literaturi. Cilj ovoga istraživanja je bio da utvrdi prednosti dodavanja tečnih poveziivača u premiks u zavisnosti od: a) tipa tečnog poveziivača (sojino ulje, mineralno ulje, svinjska mast) i b) dodate količine poveziivača (0, 2, 4% tež.). Prašljivost i uniformnost premiksa su merene nakon mešanja i nakon transporta, tj. propuštanja kroz transportne uređaje i ćeliju. Uniformnost premiksa je praćena putem merenja distribucije selena.

Mr. Darinka Pecarski, UPI RO Institut za istraživanje i razvoj, Sarajevo; mr. Anđa Hadžiabdić, Institut zaštite na radu, Sarajevo.

Pregled literature

Premiksiranje i njegova neophodnost u modernoj proizvodnji stočne hrane

Razvoj opreme i automatizacije u poslednjoj deceniji dozvoljava direktno dodavanje koncentrovanih mikrokomponenta u mešalicu za finalne smeše. Iako korišćenje sistema za mikrodoziranje ima prednosti nad predmešanjem (McElhiney, 1980), pre nego što se pristupi razmatranju pogodnosti ugradnje automatskog sistema za mikrodoziranje treba da postoje preduslovi kao što su veličina postrojenja (sa stanovišta godišnjeg kapaciteta proizvodnje) i kvalitet opreme za mešanje (sa stanovišta uključivanja malih zapremina mikrosastojaka i dobivanja uniformnog proizvoda u nekom razumnom vremenskom periodu (Wilcox, 1985).

S druge strane, klasično predmešanje je opravdano samo onda ako je proizvod koji se dobiva uniforman. Uniforman proizvod koji »obezbeđuje balansiran obrok u svakom zalogaju«, po Armstrongu (1960) je samo onaj koji sadrži mikrosastojke u propisanim količinama i pravilno distribuirane.

Segregacija

Bilo kakav raspored čestica u smeši čvrstih materija koji nije slučajna ukazuje na segregaciju (Hastings, 1960). Wilcox i Balding (1986) su definisali segregaciju sastojaka kao izdvajanje određene frakcije ili čestica od ostatka mase.

Uopšteno, brojni autori tvrde da je segregacija čest problem prilikom prerade i transporta rinfuznih čvrstih materijala.

Segregacija uzrokovana svojstvima sastojaka

Fizičke karakteristike sastojaka koje mogu da izazovu segregaciju su razlike među česticama u veličini, obliku, gustini, elastičnosti, otpornosti vazduha, kao i interakcije čestice s drugim česticama ili s površinom (Carson, 1984). Carson (ibid.) je utvrdio da je razlika u veličini čestica najčešći uzrok, a prosejavanje najčešći mehanizam segregacije. Po Johansonu (1978a) ostali mehanizmi segregacije uzrokovani razlikama u veličini čestica su: a) površinsko trenje, b) efekat fluidizacije, c) otpornost vazduha, d) elastičnost i e) ugao pri mirovanju materijala.

Ovi mehanizmi segregacije se mogu odvijati kada se čestice podvrgnu kretanju gravitacijom, transportom ili slobodnim padom.

Gravitacioni tok materijala iz levkova i ćelija se odvija po dva tipa protoka: maseni i levkasti. Maseni protok je po sistemu prvo – unutra, prvo – napolje, a prilikom pražnjenja ćelije može doći do ponovnog mešanja čestica koje

su se raslojile pri punjenju ćelije. Nasuprot ovome, levkasti protok se odvija u centru ćelije, tj. u pokretu je samo materijal koji je direktno iznad otvora za pražnjenje. Ovaj tip protoka ima tendenciju da izaziva segregaciju čvrstih materija (Colijn, 1975).

Nepravilna distribucija mikrosastojaka može biti rezultat prenosa transporterima zbog kapaciteta današnjih fabrika, koje su projektovane za brzu proizvodnju stočne hrane (Larrabee, 1981). Po istom autoru (Larrabee, 1976) horizontalan transport pomoću lančanih trakastih ili pužnih transportera nema značajnog uticaja na premiks pripremljen po dobroj recepturi. Larrabee (ibid.) tvrdi da vertikalni prenos premiksa predstavlja najveći problem transportovanja. Kofičasti elevatori, koji se veoma često koriste u proizvodnji premiksa, katastrofalni su za premikse pripremljene po lošim recepturama, a naročito kada su elevatori predimenzionirani i/ili prebrzi, te stvaraju vazdušne struje koje fluidiziraju smešu. Čak i pažljivo sastavljen premiks, po Larrabeeu (ibid.) može da izgubi deo aktivnih komponenta.

Premiks, koji je sklon razdvajanju, može postati neuniforman već kada se izloži samo jednom od faktora – slobodnom padu kroz vazduh. Larrabee (ibid.) smatra da se negativan efekat slobodnog pada umnogome uvećava kada premiks sadrži nekoliko komponenta različite gustine.

Prekomerno vibriranje opreme tokom transporta premiksa koji su skloni segregaciji može takođe da ima negativne efekte na kvalitet proizvoda.

Faktori koji najčešće izazivaju vibraciju su loš dizajn opreme, nepravilna ugradnja opreme, habanje opreme i propuštanje šarži koje su manje od projektovanih (Wornick, 1985 a). Hamilton (1960) je identifikovao vibrator na ćeliji ili pakerici kao mogući uzročnik segregacije sastojaka.

Smanjenje segregacije

Iako se segregacija nikada ne može eliminisati (Johanson, 1978 b), brojni autori su preporučili tehnike za umanjenje efekata segregacije: a) priprema tečnih povezača, i/ili b) pravilno projektovanje fabrika stočne hrane i opreme.

Pod tečnim dodacima, tj. tečnim povezačima, podrazumevaju se različiti tipovi ulja i masti koji potpomažu stabilizaciju kvalitete premiksa.

Hamilton (1960) smatra da bi se najuniformniji proizvod mogao dobiti dodavanjem masti u stočnu hranu nakon što su ostali sastojci ukomponovani u uniformnu smešu. Armstrong (1960) je preporučio dodavanje do 8% tež. radi smanjenja segregacije i prašljivosti premiksa. Hastingsova studija (1960) je pokazala da je dodavanje 1% tež. ulja biljnog porekla na nosač smanjilo segregaciju razdvajanja čestica s ekstremnim fizičkim svojstvi-

ma. Larrabee (1965) tvrdi da je malo postrojenja za predmešanje čiji se rad ne bi mogao poboljšati dodavanjem male količine ulja u premiks u svrhu povezivanja. Tečni dodatak ne samo da stabilizuje premiks fizički, već takođe smanjuje elektrostatički naboj koji može postojati na nosaču ili na mikrokomponenti (Larrabee, 1976). On je preporučio korištenje životinjske masti ili mineralnog ulja kao dodatak stočnoj hrani koja ima visok sadržaj minerala (Larrabee, 1981), a stabilizovano nezasićeno biljno ulje za premiks s organskim nosačem i mikrokomponentama (Larrabee, 1985). Pošto su ulja i masti dobri izolatori, njihovo dodavanje u premiks se smatra korisnim u smislu redukcije nagomilavanja elektrostatičkog naboja i sprečavanja aglomeracije mikrokomponenta.

Hamilton (1960) smatra da oprema za predmešanje sme da uključuje samo minimalno potreban broj kofičastih elevatora i pužnih transportera, kako bi se smanjile šanse za razdvajanje komponenta.

Za eliminisanje problema segregacije koji se javljaju prilikom punjenja ćelije Johnson (1982) je preporučio korištenje dodataka u ćelijama čije su stranice levkova pod uglom 45 do 60° od horizontale.

Wornick (1985b) smatra da stepen segregacije premiksa, u zavisnosti od recepture, krupnoće meljave, količine tečnosti, dubine ćelije i drugih faktora može samo delimično biti smanjen pomoću povećavanja količine tečnosti i minimizovanja vibriranja opreme. Pored ovoga, treba napomenuti da i modifikacije ćelije u smislu smanjenja slobodnog pada zaslužuju pažnju.

Profili za utvrđivanje uniformnosti

Larrabeejev (1981) postupak određivanja uniformnosti šarže stočne hrane čini sakupljanje serije od bar 10 uzoraka u jednakim vremenskim razmacima nakon mešanja i/ili nakon prenosa šarže transporterima. Ovu seriju naziva »profilom«, a on se podvrgava analizi određene mikrokomponente kako bi se utvrdila uniformnost materijala.

Što se tiče uzorkovanja i rada s uzorcima, u literaturi se mogu naći oprečna mišljenja: Wornick (1958) i Poundstone (1950) preporučuju korištenje uzorkivača, dok je Hastings (1961) uočio da su se koncentracije sastojaka u uzorcima prikupljenim na ovaj način veoma razlikovale, tj. nije bilo ponovljivosti. Pierce (1958) je bio zadovoljan uzimanjem slučajnih uzoraka zahvatom iz mase, ali je ukazao na važnost pažljivog rada s uzorcima nakon prikupljanja, pošto je primetio segregaciju premiksa u samom kontejneru za uzorke usled vibracija stvaranih u toku rada.

Osnovni kriterijum za odabiranje hemijskog indikatora u stočnoj hrani je nivo dodavanja. Ukoliko je odabrani indikator dodat u maloj količini i dokaže se da je uniformno distribuiran, onda se sa sigurnošću može pretpostaviti da

ostali sastojci, prisutni u većim količinama, imaju više nego jednaku šansu da budu uniformno distribuirani (Larrabee, 1976).

Emisija prašine

Emisija prašine je rezultat aerodinamičke segregacije čestica koje se nađu u vazduhu u toku transporta komponenta i gotovih smeša u fabrici stočne hrane. Smanjivanje količine prašine u predmešalicama je od naročito značaja, jer mnoge aktivne komponente mogu da budu izgubljene u prašini i u kolektorima za prašinu. Wornick (1985) je istakao da mikrokomponente, usled male veličine čestica, mogu veoma lako da budu izdvojene iz stočne hrane u vidu prašine. On je to potkrepio primerom: u kolektoru za prašinu koncentracija antibiotika je bila 28 puta viša nego u samoj hrani kojoj je bio namenjen.

Brojni istraživači godinama rade na proučavanju smanjivanja nivoa prašine na žitaricama korištenjem različitih dodataka: mineralnog ulja, sojinog ulja, vode... Heber i drugi (1985) su objavili smanjenje emisije prašine za 20% u hrani za svinje nakon dodavanja 1% masti životinjskog porekla. Gast i Bundy (1986) su testirali sojino ulje, mineralno ulje i lecitin pri 0,5%, 1,0% i 2% tež. pojedinačno i u kombinaciji za kontrolu prašine u vazduhu nastale od premiksa. Dobili su smanjenje prašine od 78 do 99% tež. u zavisnosti od tipa dodatka i od nivoa dodavanja.

Eksperimentalni deo

Priprema premiksa, transport i uzorkovanje

Premiks za svinje s 0,34% indikatora RF-Se-1,16%, namenjen gotovoj smeši u količini 2,5 kg/t, pripreman je na sledeći način:

– Sastojci za 70 kg šaržu su mereni na odgovarajućim vagama u zavisnosti od nivoa uključivanja, tj. Toledo/8134 vaga s tačnošću 0,02 kg je korištena za sastojke koji su dodavani u količini većoj od 2%; Ohaus PBI vaga s tačnošću 0,001 kg je korištena za komponente sadržane u količini od 0,3% do 2%; Mettler PE 6000 vaga s tačnošću 0,1 g je korištena za sastojke u količini manjoj od 0,3%;

– Mešalica za premiks je punjena kako sledi: pola količine pirinčanih ljustica, pola količine minerala i vitamina, zatim minerali sadržani u količini 0,25% i niže, preostala količina minerala i vitamina, te ostatak pirinčanih ljustica;

– Preliminarnim ispitivanjem je utvrđeno da je dužina mešanja od pet minuta dovoljna. Otuda, šarža je mešana pet minuta u Howes mikseru s dvostrukom spiralom pri brzini od 53°/min;

– Tečni dodatak je nanošen na površinu materijala u mikseru pri sobnoj temperaturi (osim masti koja je prethodno temperirana na 41°C) u vidu spreja, uz istovremeno mešanje dva ili četiri minuta, zavisno od dodate količine;

– Nakon što je tečni dodatak nanesen u mikser, premiks je mešan dodatnih pet minuta. Prema tome, 0%, 2% i 4% tež. tečnog dodatka je iziskivalo 5, 12 i 14 minuta mešanja, respektivno;

– Premiks je direktno iz miksera pakovan u vreće od 7 kg.

Deset 150-gramskih uzoraka je uzimano na analizu iz vreća pomoću sonde (dvostruka cev) bez pregrada. U daljem tekstu, ovi uzorci će biti označavani sa »pre transporta«.

Svaka šarža premiksa je zatim propuštana kroz sistem za transport malog kapaciteta, koji se sastojao od kofičastog elevatora 3 m visokog i horizontalnog cevastog pužnog transportera 2,4 m dugog, iz koga je materijal ispuštan kroz 1,6 m dug cevovod u ćeliju. Levak ćelije je bio pod uglom od 45° u odnosu na horizontalu, a rastojanje od usipnog mesta do izlaznog otvora na ćeliji je bilo 1,3 m. Premiks je propušan kroz ovaj sistem, pakovan u 10 vreća i ponovo uzorkovan po ranije opisanom postupku. U daljem tekstu će ovi uzorci biti označavani sa »posle transporta«.

Merenje uniformnosti

Uniformnost premiksa je praćena utvrđivanjem koncentracije indikatora Microtracer™ RF-Se-1,16% (komercijalan proizvod). Analize su radene gravimetrijskom metodom baziranom na magnetskom izdvajanju veoma usitnjenih gvozdених opiljaka iz uzoraka premiksa. Opiljci su bili prevučeni slojem natrijum selenita, tako da je koncentracija Se na indikatoru bila 1,16%.

Merenje prašljivosti

Efekte tečnih dodataka na smanjenje prašine u premixu za svinje su određivani pomoću metoda modifikovanog testa pada (Heber i drugi, 1986). Emisija prašine je definisana kao aerodinamička segregacija sitnih čestica u toku jednog sekunda iz 12 gramskih uzoraka premiksa za svinje u slobodnom padu kroz kolonu visoku 1 m, prečnika 41 mm. Prosek od dve emisije prašine po tretmanu i replikaciji je uziman kao jedna opservacija. Prašljivost uzorka je izračunavana kao težinski procenat inicijalnog uzorka.

Rezultati i diskusija

Tečni dodaci

Tečni dodaci – sojino ulje, mineralno ulje i svinjska mast su podvrgnuti analizi kvaliteta. Kao što se i očekivalo, sojino ulje je imalo najviše nezasićenje (jodni broj) i podložnost ka oksidativnom užegnuću (peroksidni broj). Iako to nije bio predmet našega istraživanja, mora se istaći da je bilo neophodno upotrebiti neki antioksidans za stabilizaciju nezasićenih tečnih dodataka i za uklanjanje oksidacionog dejstva na premiks (Wornick, 1985 b). Očekivalo se da će mineralno ulje, jer ima najniži viskozitet na temperaturi primenjivanja, omogućiti najbolje oblaganje čestica premiksa i stoga najbolje efekte na smanjenje segregacije i prašljivosti.

Analiza veličine čestica

Obe komponente u sistemu nosača – ljuške pirinča (404 μm) i kalcijum karbonata (220 μm) – imale su odgovarajući srednji geometrijski prečnik u opsegu od 170 do 590 μm, kako je specificirao Larabee (1985). Prosečni geometrijski prečnik indikatora je bio 64 μm, te je ovaj indikator imao dovoljan broj čestica za analizu po uzorku da bi se mogla očekivati približno normalna distribucija: Microtracer™ – 5 g × 4348 čestica/g premiksa = 21740 čestica/ uzorak.

Analiza uniformnosti

Rezultati analize selena su prikazani u tabeli 1. Jednosmerna statistička analiza efekata tretmana (nivo dodavanja i vrsta ulja) (tabela 2) i transporta (tabela 3) nije dala značajne razlike među koncentracijama selena. Koeficijent varijacije za kontrolnu šaržu, statistički značajno viši od ostalih tretmana (osim za premiks tretiran s 2% masti), ukazuje na pozitivan efekat korištenja tečnih dodataka. Segregacija premiksa je bila značajno uvećana transportom, na šta ukazuje koeficijent varijacije u tabeli 3.

Iako dvosmerna statistička analiza nije dala značajne razlike u uniformnosti šarži tretiranih dodacima, uočljivi su neki trendovi. Mineralno ulje je imalo najlošije, a mast najbolje dejstvo na ublažavanje segregacije selena (tabela 4). Neuniformnost premiksa je težila smanjenju s povećanjem nivoa tečnih dodataka (tabela 5).

Rezultati analize selena (10 uzoraka po tretmanu)¹
Selenium assay results (10 samples per treatment)¹

Tabela 1 – Table 1

| tretman Treatment | replikacija 1 Replication 1 | | | replikacija 2 Replication 2 | | |
|--|---|-------------------------|-----------|--|-------------------------|-----------|
| | pros. konc. Mean conc.. (ppm) | opseg Range (ppm) | CV (%) | pros. konc. Mean conc. (ppm) | opseg Range (ppm) | CV (%) |
| pre transporta Before handling | | | | | | |
| kontrola Control | 40,3 | 35,5 – 44,6 | 5,93 | 41,2 | 37,3 – 46,0 | 7,00 |
| sojino ulje 2% Soybean oil | 40,7 | 38,9 – 43,2 | 3,27 | 40,0 | 38,1 – 41,9 | 2,97 |
| 4% | 39,1 | 33,4 – 40,7 | 5,85 | 39,3 | 37,9 – 40,8 | 2,32 |
| mineralno ulje 2% Mineral oil | 36,6 | 34,8 – 38,0 | 2,88 | 41,7 | 40,9 – 43,4 | 1,71 |
| 4% | 39,3 | 37,2 – 41,2 | 3,23 | 40,7 | 39,4 – 43,5 | 3,05 |
| svinjska mast 2% White grease | 41,1 | 39,5 – 42,6 | 2,70 | 42,1 | 39,5 – 44,0 | 3,33 |
| 4% | 37,4 | 35,7 – 39,6 | 3,36 | 40,1 | 38,2 – 41,5 | 3,06 |
| posle transporta After handling | | | | | | |
| kontrola Control | 40,8 | 31,0 – 45,5 | 11,26 | 40,9 | 34,4 – 49,4 | 13,16 |
| sojino ulje 2% Soybean oil | 38,3 | 32,9 – 43,6 | 10,79 | 39,6 | 36,4 – 44,3 | 6,94 |
| 4% | 39,4 | 36,2 – 44,1 | 5,54 | 39,6 | 35,1 – 43,9 | 7,83 |
| mineralno ulje 2% Mineral oil | 39,4 | 36,2 – 46,6 | 8,04 | 40,4 | 32,6 – 44,9 | 9,41 |
| 4% | 36,7 | 33,4 – 40,5 | 7,26 | 38,3 | 32,1 – 47,9 | 11,43 |
| svinjska mast 2% White grease | 39,5 | 31,9 – 46,1 | 10,77 | 40,9 | 33,7 – 47,4 | 11,64 |
| 4% | 38,3 | 35,7 – 41,2 | 5,41 | 40,7 | 36,5 – 42,7 | 4,60 |

¹ Koncentracija selena je izračunata vrednost na osnovu specifikacije proizvođača Microtracer™ RF-Se-1,16%.
Selenium concentration is a value calculated on the basis of the Microtracer™ RF-Se-1,16% manufacturer specifications.

² Očekivana koncentracija selena je bila 40 ppm.
Expected selenium concentration was 40 ppm.

Utjecaj tretmana na distribuciju selena u premiksima za svinje (jednosmerna analiza)^{1, 2, 3}
Selenium distribution in the swine premix as affected by treatment (one-way analysis)^{1, 2, 3}

Tabela 2 – Table 2

| tretman Treatment | prosečna konc. Mean concentration (ppm) | koef. varijacije Coef. of variation (%) |
|-------------------------------------|---|---|
| kontrola – Control | 40,8 ^a | 9,34 ^c |
| sojino ulje 2% Soybean oil 4% | 39,6 ^a 39,4 ^a | 5,99 ^{ab} 5,38 ^{ab} |
| mineralno ulje 2% Mineral oil 4% | 39,5 ^a 38,8 ^a | 5,51 ^{ab} 6,24 ^{ab} |
| svinjska mast 2% White grease 4% | 40,9 ^a 39,1 ^a | 7,11 ^{bc} 4,11 ^a |

¹ Vrednosti su proseci 4 opservacije.
Values are means of 4 observations.

² Proseci označeni istim slovom u okviru jedne kolone nisu značajno različiti ($P < 0,05$).
Means with the same letter within a column are not significantly different ($P < 0,05$).

³ Pogledaj fusnotu 1, tabela 1.
See footnote 1, Table 1.

Utjecaj transporta na distribuciju selena u premiksima za svinje (jednosmerna analiza)^{1, 2, 3}
Selenium distribution in the swine premix as affected by handling (one-way analysis)^{1, 2, 3}

Tabela 3 – Table 3

| transport Handling | prosečna konc. Mean concentration (ppm) | koef. varijacije Coef. of variation (%) |
|-----------------------|---|---|
| pre – Before | 39,9 ^a | 3,62 ^a |
| posle – After | 39,5 ^a | 8,86 ^b |

¹ Vrednosti su proseci 14 opservacije.
Values are means of 14 observations.

² Proseci označeni istim slovom u okviru jedne kolone nisu značajno različiti ($P < 0,05$).
Means with the same letter within a column are not significantly different ($P < 0,05$).

³ Pogledaj fusnotu 1, tabela 1.
See footnote 1, Table 1.

Utjecaj vrste tečnog dodatka na distribuciju selena u premiksima za svinje (jednosmerna analiza)^{1, 2}
Selenium distribution in the swine premix as affected by the type of the liquid binder (one-way analysis)^{1, 2}

Tabela 4 – Table 4

| vrsta Type | prosečna konc. Mean concentration (ppm) | koef. varijacije Coef. of variation (%) |
|-------------------------------|---|---|
| sojino ulje – Soybean oil | 39,5 | 5,69 |
| mineralno ulje – Mineral oil | 39,1 | 5,88 |
| svinjska mast White grease | 40,0 | 5,61 |

¹ Vrednosti su proseci 8 opservacije. Proseci u okviru jedne kolone nisu značajno različiti ($P < 0,05$).
Values are means of 8 observations. Means within a column are not significantly different ($P < 0,05$).

² Pogledaj fusnotu 1, tabela 1.
See footnote 1, Table 1.

Utjecaj nivoa tečnog dodatka na distribuciju selena u premiksima za svinje (dvosmerna analiza)^{1, 2}
Selenium distribution in the swine premix as affected by the level of the liquid binder (two-way analysis)^{1, 2}

Tabela 5 – Table 5

| nivo Level (%) | prosečna konc. Mean concentration (ppm) | koef. varijacije Coef. of variation (%) |
|----------------------|---|---|
| 2 | 40,0 | 6,20 |
| 4 | 39,0 | 5,24 |

¹ Vrednosti su proseci 12 opservacije. Proseci u okviru jedne kolone nisu značajno različiti ($P < 0,05$).
Values are means of 12 observations. Means within a column are not significantly different ($P < 0,05$).

² Pogledaj fusnotu 1, tabela 1.
See footnote 1, Table 1.

Utjecaj transporta na distribuciju selena u premiksima za svinje (dvosmerna analiza)^{1, 2, 3}
Selenium distribution in the swine premix as affected by handling (two-way analysis)^{1, 2, 3}

Tabela 6 – Table 6

| transport Handling | prosečna konc. Mean concentration (ppm) | koef. varijacije Coef. of variation (%) |
|-----------------------|---|---|
| pre – Before | 39,8 ^a | 3,14 ^a |
| posle – After | 39,2 ^a | 8,30 ^b |

¹ Vrednosti su proseci 12 opservacija.
Values are means of 12 observations.

² Proseci označeni sa istim slovom u okviru jedne kolone nisu značajno različiti ($P < 0,05$).
Mens with the same letter within a column are not significantly different ($P < 0,05$).

³ Pogledaj fusnotu 1, tabela 1.
See footnote 1, Table 1.

**Analiza prašljivosti premiksa (10 uzoraka po tretmanu)
Premix dustiness assays (10 samples per treatment)**

Tabela 7 – Table 7

| tretman Treatment | replikacija 1 Replication 1 | | | replikacija 2 Replication 2 | | |
|--|--|-------------------------|-----------|--|-------------------------|-----------|
| | pros. prašlj. Mean dust. (ppm) | opseg Range (ppm) | CV (%) | pros. prašlj. Mean dust. (ppm) | opseg Range (ppm) | CV (%) |
| pre transporta Before handling | | | | | | |
| kontrola Control | 8,43 | 6,71 – 11,58 | 16,06 | 11,59 | 9,76 – 14,13 | 12,16 |
| sojino ulje 2% Soybean oil 2% | 8,95 | 5,80 – 11,49 | 18,08 | 8,31 | 7,03 – 9,78 | 9,95 |
| sojino ulje 4% Soybean oil 4% | 7,14 | 6,05 – 8,80 | 11,78 | 8,91 | 6,81 – 10,04 | 10,00 |
| mineralno ulje 2% Mineral oil 2% | 7,02 | 6,18 – 8,12 | 10,07 | 9,71 | 8,31 – 11,61 | 10,21 |
| mineralno ulje 4% Mineral oil 4% | 7,34 | 6,36 – 8,70 | 10,03 | 9,21 | 7,28 – 11,14 | 12,47 |
| svinjska mast 2% White grease 2% | 6,40 | 5,79 – 7,00 | 5,89 | 7,75 | 6,54 – 8,97 | 8,89 |
| svinjska mast 4% White grease 4% | 6,74 | 5,75 – 7,58 | 9,10 | 7,90 | 6,64 – 8,59 | 7,78 |
| posle transporta After handling | | | | | | |
| kontrola Control | 7,71 | 6,32 – 8,96 | 11,02 | 10,57 | 6,62 – 13,94 | 18,97 |
| sojino ulje 2% Soybean oil 2% | 8,37 | 6,26 – 10,03 | 15,94 | 9,24 | 7,76 – 10,50 | 10,67 |
| sojino ulje 4% Soybean oil 4% | 7,28 | 5,90 – 8,45 | 9,69 | 9,43 | 8,38 – 10,31 | 6,32 |
| mineralno ulje 2% Mineral oil 2% | 7,38 | 6,25 – 8,06 | 8,39 | 10,24 | 8,42 – 12,52 | 11,88 |
| mineralno ulje 4% Mineral oil 4% | 6,78 | 5,97 – 8,65 | 12,65 | 9,51 | 7,60 – 12,07 | 14,43 |
| svinjska mast 2% White grease 2% | 6,60 | 5,71 – 7,62 | 8,96 | 7,63 | 6,15 – 9,27 | 12,58 |
| svinjska mast 4% White grease 4% | 7,16 | 6,53 – 9,03 | 10,50 | 7,74 | 6,88 – 8,42 | 7,82 |

**Uticaj tretmana na prašljivost premiksa za svinje
(jednosmerna analiza)¹**
**Dustiness of the swine premix as affected by treatments
(one-way analysis)¹**

Tabela 8 – Table 8

| tretman Treatment | prosečna konc. Mean concentration (ppm) | koef. varijacije Coef. of variation (%) |
|-------------------------------------|---|---|
| kontrola – Control | 9,58 | 14,55 |
| sojino ulje 2% Soybean oil 2% | 8,72 | 13,66 |
| sojino ulje 4% Soybean oil 4% | 8,19 | 9,45 |
| mineralno ulje 2% Mineral oil 2% | 8,59 | 10,14 |
| mineralno ulje 4% Mineral oil 4% | 8,21 | 12,40 |
| svinjska mast 2% White grease 2% | 7,10 | 9,08 |
| svinjska mast 4% White grease 4% | 7,38 | 8,80 |

¹ Vrednosti su proseci 4 opservacije. Proseci u okviru jedne kolone nisu značajno različiti ($P < 0,05$).
Values are means of 4 observations. Means within a column are not significantly different ($P < 0,05$).

**Uticaj transporta na prašljivost premiksa
(jednosmerna analiza)¹**
**Dustiness of the swine premix as affected by handling
(one-way analysis)¹**

Tabela 9 – Table 9

| transport Handling | prosečna konc. Mean concentration (ppm) | koef. varijacije Coef. of variation (%) |
|-----------------------|---|---|
| pre – Before | 8,24 | 10,89 |
| posle – After | 8,26 | 11,42 |

¹ Vrednosti su proseci 14 opservacija. Proseci u okviru jedne kolone nisu značajno različiti ($P < 0,05$).
Values are means of 14 observations. Means within a column are not significantly different ($P < 0,05$).

**Uticaj tipa tečnog dodatka na prašljivost premiksa za svinje
(dvosmerna analiza)¹**
**Dustiness of the swine premix as affected by the type of
the liquid binder (two-way analysis)¹**

Tabela 10 – Table 10

| vrsta Type | prosečna konc. Mean concentration (ppm) | koef. varijacije Coef. of variation (%) |
|-------------------------------|---|---|
| sojino ulje – Soybean oil | 8,45 | 11,55 |
| mineralno ulje – Mineral oil | 8,40 | 11,27 |
| svinjska mast White grease | 7,24 | 8,94 |

¹ Vrednosti su proseci 8 opservacije. Proseci u okviru jedne kolone nisu značajno različiti ($P < 0,05$).
Values are means of 8 observations. Means within a column are not significantly different ($P < 0,05$).

**Uticaj nivoa tečnog dodatka na prašljivost premiksa za
svinje (dvosmerna analiza)¹**
**Dustiness of the swine premix as affected by the level
of the liquid binder (two-way analysis)¹**

Tabela 11 – Table 11

| nivo Level (%) | prosečna konc. Mean concentration (ppm) | koef. varijacije Coef. of variation (%) |
|----------------------|---|---|
| 2 | 8,13 | 10,96 |
| 4 | 7,93 | 10,21 |

¹ Vrednosti su proseci 12 opservacije. Proseci u okviru jedne kolone nisu značajno različiti ($P < 0,05$).
Values are means of 12 observations. Means within a column are not significantly different ($P < 0,05$).

**Uticaj transporta na prašljivost premiksa za svinje
(dvosmerna analiza)¹**
**Dustiness of the swine premix as affected by handling
(two-way analysis)¹**

Tabela 12 – Table 12

| transport Handling | prosečna konc. Mean concentration (ppm) | koef. varijacije Coef. of variation (%) |
|-----------------------|---|---|
| pre – Before | 7,95 | 10,35 |
| posle – After | 8,11 | 10,82 |

¹ Vrednosti su proseci 12 opservacija. Proseci u okviru jedne kolone nisu značajno različiti ($P < 0,05$).
Values are means of 12 observations. Means within a column are not significantly different ($P < 0,05$).

Efekti sojinog i mineralnog ulja na suzbijanje prašljivosti i uniformnosti premiksa se čine gotovo istovetnim (tabela 10). Obe vrste ulja su smanjile prašljivost kontrolne šarže premiksa na oko 89%. Svinjska mast je, međutim, dala smanjenje prašljivosti od 24% (7,24 : 9,58) u odnosu na kontrolu, što je u opsegu rezultata koje su dobili Heber i drugi (1986). Povećanje koncentracije tečnih dodataka sa 2 na 4% pokazalo je tendenciju smanjenja sadržaja prašine u premiksu i poboljšalo uniformnost materijala (tabela 11), odakle sledi: a) čini se da svinjska mast nije smanjivala prašljivost s daljnjim povećavanjem njene koncentracije u premiksu (tačka zasićenja), ali izgleda da je pozitivno uticala na uniformnost gotovog premiksa; b) mineralno ulje se ponašalo suprotno svinjskoj masti.

Efekti transporta na šarže premiksa tretirane tečnim dodacima nisu bili statistički značajni, ali su uočljivi trendovi ka povećanoj prašljivosti i neuniformnosti (tabela 12).

Zaključci

Primena tečnih dodataka je dala pozitivne rezultate u odnosu na kontrolu u smislu poboljšane uniformnosti premiksa. Mineralno ulje se ponašalo najlošije, a svinjska mast najbolje u sprečavanju segregacije premiksa kao posledica razlike u viskozitetima. Čini se da je viskozitet najvažniji faktor koji treba razmotriti prilikom odabiranja sredstva za smanjenje segregacije.

Uniformnost premiksa je imala tendenciju poboljšavanja s povećavanjem nivoa dodavanja tečnih povezičava, iako su primećene tačke zasićenja u pojedinim slučajevima, kada dalje povećanje koncentracije dodatka nije imalo uticaja na bolji kvalitet premiksa.

Oprema za transport je izazvala značajnu segregaciju sastojaka premiksa, međutim, negativni efekti su bili donekle ublaženi uključivanjem tečnih dodataka u premiks.

MicrotracerTM se čini dobrim izborom za određivanje uniformnosti zbog doslednosti dobivenih rezultata i zbog jednostavnosti i brzine postupka određivanja.

Ponašanje tečnih dodataka u smanjenju prašljivosti premiksa je bilo slično rezultatima dobivenim za segregaciju: svinjska mast je smanjila prašljivost za 24%, a sojino i mineralno ulje za 11% u odnosu na kontrolu.

Na osnovu rezultata ovoga istraživanja, može se preporučiti uključivanje tečnih dodataka u premiks. Međutim, svaka pojedinačna situacija, što podrazumeva recepturu premiksa i opremu za njegovu proizvodnju, zahtevaće specijalno razmatranje i balansiranje između dobivenog poboljšanja kvaliteta proizvoda i troškova.

Literatura

1. **Armstrong, W.:** Receiving, storing and handling dry microingredients and premixes in the feed mill. In: Proceedings, Eleventh Annual Feed Production School, Feed Production School, Inc., Kansas City, Missouri, 81-85, 1960.
2. **Carson, J. W.:** Handling solids and particle segregation in feed manufacturing. In: Proceedings, Nutrition, Disease Control and Feed Milling Technology Symposium for the Poultry Industry, Princeton, New Jersey, 137-138, 1984.
3. **Colijn, H.** (1975): Weighing and proportioning of bulk solids. In: Series on Bulk Materials Handling, Volume 1, No. 1, Trans Tech. Publications.
4. **Gast, R. M., Bundy, D. S.** (1986): Utilizing soybean oil, mineral oil and lecithin to control aerial dust in swine premixes. ASAE Paper No. MCR-86-129. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI 49085-9659.
5. **Hamilton, J. C.:** Batch mixing with premixes. In: Proceedings, Eleventh Annual Feed Production School, Feed Production School, Inc., Kansas City, Missouri, 127-132, 1960.
6. **Hastings, W. H.:** Distribution of feed particles during mixing. In: Proceedings, Eleventh Annual Feed Production School, Feed Production School, Inc., Kansas City, Missouri, 173-179, 1960.
7. **Heber, A. J., Martin, C. R., Stroik, M.** (1986): Basic dust emission from swine feed. ASA Paper No. 86-130, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI 49085-9659.
8. **Johanson, J. R.** (1978) Particle segregation . . . and what to do about it. Chemical Engineering, May 8, 183-188.
9. **Johanson, J. R.** (1982): Controlling flow patterns in bins by use of an insert. Bulk Solids Handling 2 (3), 495-498.
10. **Larrabee, W. L.:** A Guide to Mixing Microingredients in Feed. Merck Service Bulletin, Merck and Co., Inc., Rahway, New Jersey, 1978.
11. **Larrabee, W. L.:** Improving microingredient mixing. Feed Mill Management Seminar, Southwestern Poultry and Egg Association, Decatur, Georgia, 1981.
12. **Larrabee, W. L.:** Microingredient Premixing, In: R. R. McElhiney, E., Feed Manufacturing Technology III, American Feed Industry Association, Arlington, VA, 1985.
13. **McElhiney, R. R.** (1980): The case against premixing. Feed Management 31 (10), 32-34.
14. **Pierce, J. G.:** Practical approach for the median size feed mill. In: Proceedings, Feed Production School, Inc., Kansas City, Missouri, 143-147, 1958.
15. **Poundstone, A. B.** (1960): Sampling techniques for better feed quality control. Cereal Science Today 5 (6), 174-178.
16. **Wilcox, R. A.** (1985): The need for premixes. Feed Management 36 (12), 35-39.
17. **Wilcox, R. A., Balding, J. L.:** Incomplete mixing and segregation. Extension Publication C-555, Kansas State University, Manhattan, Kansas, 1986.
18. **Wornick, R. C.** (1978): Recent advances in feed technology. Cereal Science Today 3 (7), 179-188.
19. **Wornick, R. C.** (1975 a): Variation of microingredient assay values in feed products: causes and solutions (Part 1). Feed-stuffs 57 (18), 16-18.
20. **Wornick, R. C.** (1975 b): Variation of microingredient assay values in feed products: causes and solutions (Part 2). Feed-stuffs 57 (19), 33, 35-37.

EFFECTS OF LIQUID BINDERS ON PREMIX SEGREGATION AND DUSTINESS

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the effects of liquid binders on premix segregation and dustiness using mineral oil, soybean oil, and white choice grease at 2% and 4% by weight. Swine premix with no liquid binder was the control. The premix was blended in a horizontal ribbon mixer, elevated by a bucket elevator, conveyed by a screw conveyor, then dropped into a bin. Samples were taken after mixing and after handling. Premix segregation was determined by measuring the distribution of selenium by magnetic retrieval of iron particles coated with a selenium compound. Dustiness of the premix was measured by a drop-test under laboratory conditions. The premix uniformity was improved by the addition of liquid binders. Mineral oil tended to have the poorest performance and white grease the best in retarding segregation of the premix. Improvement was also obtained as the level of liquid binders was increased even though saturation points were observed when further increase of the binder content was not reflected through an improved premix quality. Handling equipment caused significant segregation of ingredients; however, the effects were alleviated, to some extent, by the incorporation of liquid binders into the premix. The magnetic retrieval method appeared to be a good choice in profiling for uniformity for the consistency of obtained results, the simplicity, and speed of the procedure. White choice grease reduced premix dustiness by 24%, and soybean oil and mineral oil by 11% compared to the control.