

2. Кузин Б. И., Юрьев В. Н., Шахдинаров Г. М. Методы и модели управления фирмой. СПб.: Питер, 2001. – 432 с.
 3. Михайловский, Е. И. Обоснование теоретических аспектов влияния процесса снабжения материальными ресурсами на эффективность управления производственными затратами организации / Е. И. Михайловский // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник РУП «НЦП НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; - Минск, «Беларуская навука», 2018. Вып. 51. – С. 225–231.

W. Romaniuk, K. Borek, K. Mazur

*Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
 Oddział Warszawa
 Zakład Systemów Infrastruktury Technicznej Wsi*

LINIE TECHNOLOGICZNE DO PRZYGOTOWANIA PASZ PEŁNOPORCJOWYCH DLA GOSPODARSTW RODZINNYCH I FARMERSKICH

W artykule podano podstawowe urządzenia do rozdrabniania, dozowania i mieszania komponentów pasz sypkich pełnoporcjowych. Przedstawiono też linie do granulacji pasz o różnej wydajności, przydatnych dla gospodarstw rodzinnych i farmerskich. Ponadto podano sposób określenia jakości pasz sypkich na potrzeby zwierząt domowych.

Słowa kluczowe: mieszarka, przenośnik, rozdrabniacz, granulator, linia technologiczna

W. Romaniuk, K. Borek, K. Mazur

*Technological-natural Institute
 Department Warsaw
 Enterprise of Systems of Infrastructure of Technical Village*

TECHNOLOGICAL LINES FOR FULL-PORCION FORAGES FOR FAMILY AND AGRICULTURAL FARMS

Basic equipment for crumbling, dosing and mixing of components of full-portion loose forages were presented in article. Also technological lines for granulation of several capacities, useful for family and agricultural farms were described. Moreover solution for loose forage quality for needs of pets were presented.

Keywords: mixer, conveyor, chopper, granulator, technological line

WPROWADZENIE

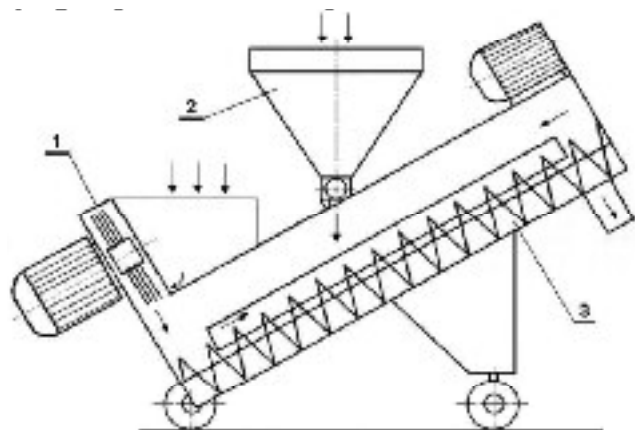
Jakość pracy linii (schematy przedstawiono na rysunkach 1, 2, 3) ocenia się stopniem wymieszania składników. Stopień wymieszania, będący podstawą do oceny mieszanek, określa się na podstawie odchylenia standardowego, będącego miarą różnicy między rzeczywistym udziałem składników w mieszance a udziałem założonym w recepturze.

Wynikiem procesu mieszania jest produkt o odpowiedniej jakości, a mieszanka paszowa stanowi zarazem kryterium oceny pracy mieszarki.

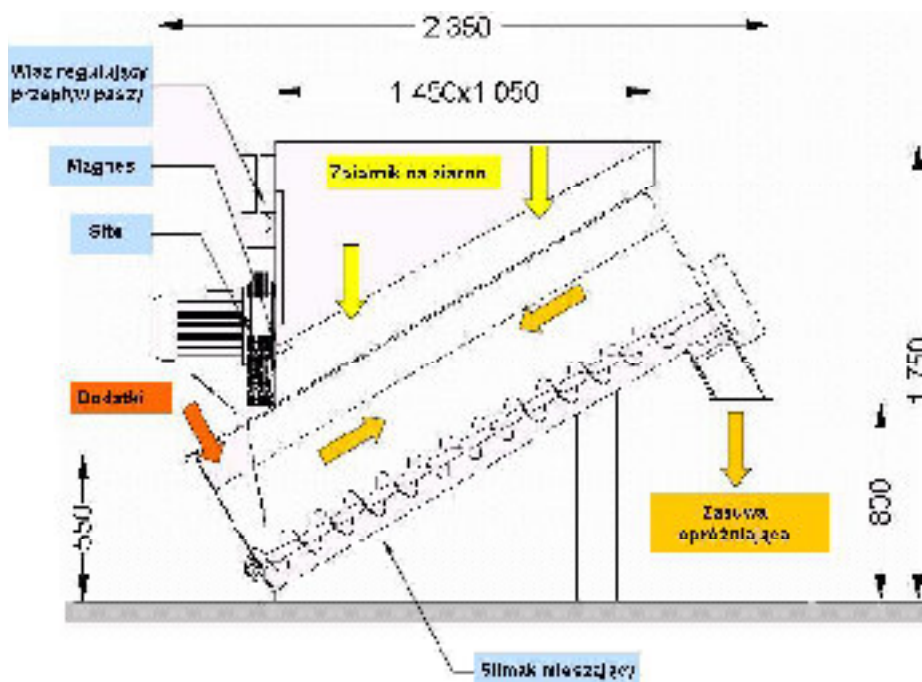
Pobrane próby z wymieszanej paszy należy poddać odpowiednim analizom, których rodzaj zależy od przyjętej wcześniej zasady testowania.

Spośród tych analiz można wymienić [GROCHOWICZ 1996]:

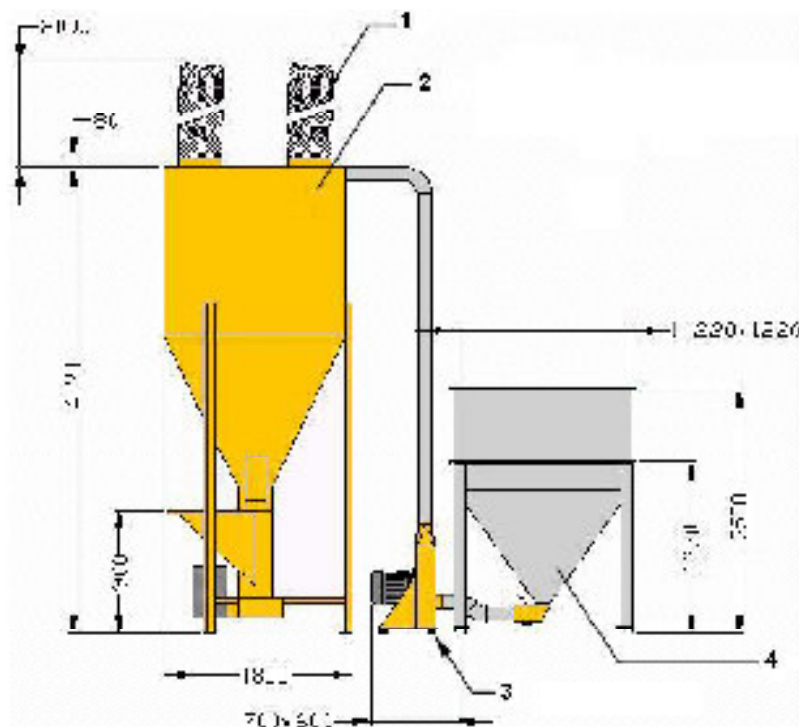
- badanie składu granulometrycznego i porównywanie kolejnych prób;
- analizę sedymentacyjną (próbkę o masie 30 g wprowadza się do cieczy o gęstości poniżej $1,5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, np. czterochloroetylen i wykonuje analizę porównawczą osadów po upływie 5 min);



Rys. 1. Zestaw do rozdrabniania i mieszania pasz z dozownikiem objętościowym: 1 – sito, 2 – dozownik, 3 – ślimak mieszający [opracowanie własne]



Rys. 2. Zestaw do rozdrabniania i mieszania paszy: 1 – włącz regulujący przepływ paszy, 2 – magnes, 3 – ruszt [materiały informacyjne firmy ELECTRA]



Rys. 3. Zestaw do przygotowania koncentratów paszowych z elektronicznym sterowaniem obciążenia rozdrabniacza o wydajności ok. 1,5 t^h⁻¹ oraz mieszadłem pionowym: 1 – filtry, 2 – mieszarka (2,2 kW), silos (obj. 3,7 m³), 3 – rozdrabniacz bijakowy z rzutnikiem (7,5 kW), 4 – zasobnik na ziarno [materiały informacyjne firmy ELECTRA]

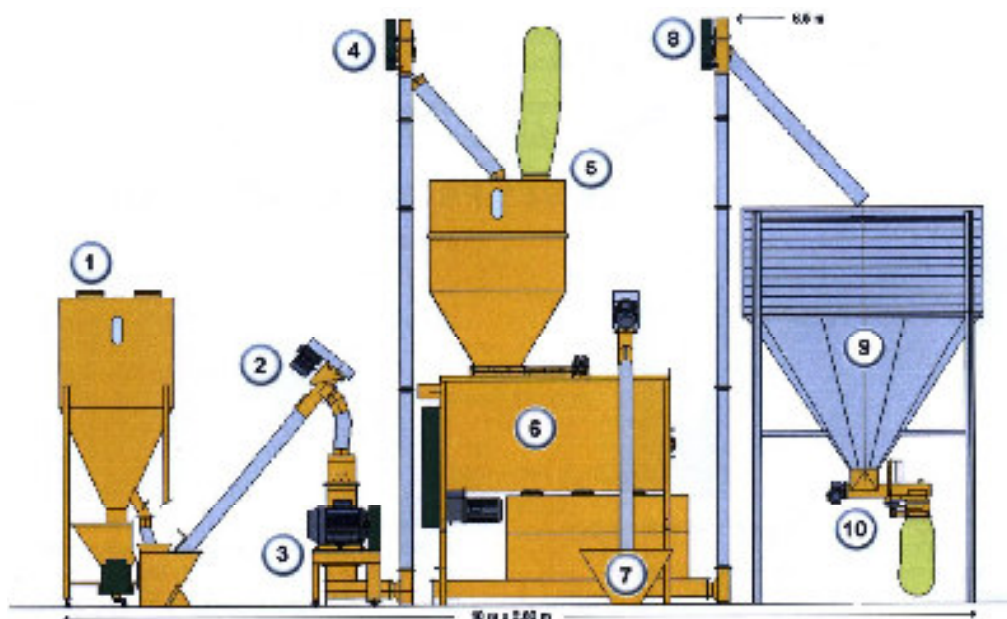
– oznaczenie zawartości popiołu w kolejnych próbach – zbyt mało dokładna metoda, ponieważ nie dostarcza informacji o różnicach w zawartości składników występujących w skali mikro;

– oznaczanie zawartości chlorków (po dodaniu soli lub dla mieszanek, które ją zawierają) metodą potencjometryczną lub z użyciem specjalnego aparatu pomiarowego (do automatycznego oznaczania stężenia jonów chlorkowych);

- oznaczanie zawartości węgla wapnia (za pomocą aparatu Scheiblera);
- oznaczanie zawartości w paszy niektórych środków farmakologicznych;
- analiza obecności w próbach mikrowskaźników dodanych do mieszarki przed rozpoczęciem mieszania.

Pojedyncze wyniki analiz nie dają pełnego obrazu jakości paszy, gdyż potrzebne są wartości porównawcze i kryteria liczbowego wartościowania zmienności badanych cech [BRUMM, GONYOU 2001; BOSS, TUKIENDORF 1997]. Do tego celu wykorzystuje się wskaźniki uzyskiwane metodami stosowanymi w statystyce matematycznej, jak wartość średnia badanej cechy, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności itp.

Na rysunku 4 przedstawiono zestaw komponentów paszowych lub pełnoporcjowych mieszanek o wydajności $6 \cdot 10 \text{ th}^{-1}$.



Rys. 4. Schemat linii do przygotowania pasz sypkich pełnoporcjowych: 1 – wstępny silos-mieszarka do ziarna, 2 – przenośnik ślimakowy, 3 – rozdrabniacz na ziarno i komponenty, 4 – przenośnik pionowy, 5 – dozownik, 6 – mieszarka pozioma, 7 – przenośnik, 8 – przenośnik kulek, 9 – silos-pojemnik, 10 – dozownik [materiały informacyjne firmy ELECTRA]

Sposób określenia tzw. indeksu mieszania, który charakteryzuje jakość procesu mieszania i równomierność rozmieszczenia badanego składnika w masie mieszanki, określa się wzorem:

$$I_m = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n_s},$$

gdzie:

n_s – liczba prób pobranych do analizy,

$p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ – względna koncentracja danego komponentu w pobranej próbce mieszanki (wyrażona w procentach masy).

Wartość p oblicza się za pomocą wzorów:

$$p = \frac{b}{b_0} \cdot 100\%, \text{ jeżeli } b < b_0$$

lub

$$p = \frac{100 - b}{100 - b_0}, \text{ jeżeli } b > b_0$$

gdzie:

b – koncentracja danego składnika w próbce,

b_0 – średnie stężenie tego składnika w mieszance (obliczone teoretycznie).

Na uwagę zasługuje stosowanie mikrowskaźników do szybkiego testowania jednorodności mieszanek [KARBOWY 2004]. W charakterze mikrowskaźników używa się różnych substancji, np. barwionych cząstek grafitu, błękitu metylowego czy barwionych opiłków żelaznych. Substancje wskaźnikowe wprowadza się do mieszanych komponentów przed procesem mieszania.

Mikrowskaźniki barwiące dostarczane są w małych, np. jednogramowych torebkach, zawierających znaczną liczbę (np. 60 000 szt.) cząstek, co pozwala łatwo wyznaczyć niezbędną ich liczbę, którą należy wprowadzić do paszy (zależnie od pojemności mieszarki), tak aby w każdej próbce o masie 5 g mogła się znaleźć przynajmniej 1 cząstka wskaźnika. Próbkę mieszanki wysypuje się na wilgotną bibułę, na której powstają po pewnym czasie barwne smugi po cząstkach wskaźnika. Opiłki żelaza, użyte w charakterze mikrowskaźnika, wybiera się z próbki za pomocą magnesów, natomiast zawartość błękitu metylowego w próbce określa się przez ekstrakcję etanolem i pomiar intensywności jego zabarwienia w kolorymetrze [KARBOWY 2004].

Oprócz wymienionych metod, do szczegółowych badań nad przebiegiem operacji mieszania można stosować izotopy.

Dokładność uzyskiwanych wyników zależy od liczby cząstek mikrowskaźnika oraz liczby prób pobieranych z mieszarki. Uważa się, że do bieżącej kontroli jakości mieszanki wystarczy pobrać 10 prób. Aby stwierdzić z prawdopodobieństwem równym $k = 0,9$, że wynik oznaczenia nie odbiega więcej niż $\pm 10\%$ od wartości rzeczywistej, należy zbadać 200 prób [KARBOWY 2004]. W szczegółowych badaniach należałoby określić stopień wymieszania każdego ze składników paszy. W praktyce jednak określa się stopień wymieszania w mieszance jednego z jej składników i na tej podstawie wnioskuje się o stopniu wymieszania pozostałych składników paszy. Często do określenia stopnia wymieszania paszy dodaje się przed mieszaniem dodatkowy składnik, tzw. wyróżnik (np. NaCl), którego zawartość w próbkach daje się wyznaczyć nieskomplikowanymi metodami chemicznymi. Jedną z metod określania stopnia wymieszania pasz jest metoda atomów znaczonych. Metoda ta polega na zanurzeniu jednego ze składników paszy przed wymieszaniem w ciekłym izotopie promieniotwórczym Technet $^{99}_{43}Tc$. Izotop ten jest nisko radioaktywny, bezpieczny w obróbce i charakteryzuje się krótkim okresem połowicznego rozpadu – 6 dni.

Badanie próbek w tym przypadku polega na ocenie natężenia promieniowania emitowanego przez poszczególną próbkę. Przebieg procesu mieszania pasz treściwych ma charakter losowy, dlatego do jego oceny można stosować metody statyczne. Stopień wymieszania, stanowiący podstawę do oceny mieszarki i paszy, określa się na podstawie odchylenia standardowego S , będącego miarą różnicy między rzeczywistym udziałem składników mieszanki, a udziałem założonym w recepturze.

Odchylenie standardowe:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_s)^2},$$

gdzie

n – liczba próbek;

x_i – udział składnika w mieszaninie wg receptury;

x_s – udział składnika w badanej próbce.

W przypadku mieszaniny, dla której nie ma dokładnie ustalonego składu proporcji składników, stopień jednorodności ustala się na podstawie średniej wartości udziału badanego składnika x_{sr} .

Odchylenie standardowe wyniesie wówczas (wg PN-74/N-01051):

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{sr})^2},$$

gdzie

$$x_{sr} = \frac{1}{n} x_i;$$

x_i – udział składnika w poszczególnych próbkach;

x_{sr} – średnia arytmetyczna udziału składnika w pobranych próbkach.

Wyróżnikiem może być zawartość białka, suchej masy lub innego składnika (np. NaCl) dodanego do paszy w celu określenia jakości mieszania.

Dla porównania stopnia jednorodności (lub raczej niejednorodności) mieszanki stosuje się tzw. współczynnik zmienności:

$$V = \frac{S}{x_{sr}} \cdot 100\%,$$

stanowiący stosunek odchylenia standardowego S do rzeczywistego udziału [%] składnika w mieszaninie (x_{sr}).

Jeżeli w skład mieszaniny wchodzi składniki, których cząstki różnią się właściwościami fizyczno-mechanicznymi, to proces mieszania może przebiegać nieprawidłowo, co wyraża się dużą niejednorodnością produktu końcowego. Najważniejsze cechy materiału wpływające na przebieg procesu mieszania to: wilgotność, lepkość, rozkład uziarnienia, stosunek wymiarów cząstek poszczególnych składników, stosunek mas usypowych składników.

Efekt mieszania zależy również od parametrów technologicznych (przede wszystkim od wzajemnego stosunku składników i sposobu zasilania mieszarki) oraz kinetycznych (prędkości i ustawienia elementów roboczych) [KARBOŃ 2004].

Czynnikami sprzyjającymi procesowi mieszania są: niewielkie wymiary i wyrównany rozkład uziarnienia cząstek poszczególnych składników, zbliżone wartości mas usypowych składników, duża różnica w udziałach najliczniejszego składnika i pozostałych.

Wydajność mieszarki zależy od jej parametrów konstrukcyjnych oraz sposobu działania. Wydajność mieszarek o działaniu okresowym można wyrazić wzorem [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$]:

$$Q = M \frac{60}{t}, \quad (4.11)$$

przy czym:

$$M = V_m Q_s \Psi,$$

a

$$t = t_1 + t_2 + t_3,$$

gdzie

M – masa jednorazowego wsadu do mieszarki [kg];

V_m – objętość zbiornika mieszarki [m^3];

Q_s – masa usypowa [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$];

Ψ – współczynnik napełnienia zbiornika;

t – całkowity czas cyklu mieszania [s];

t_1 – czas napełniania [s];

t_2 – czas właściwego mieszania [s];

t_3 – czas rozładunku mieszarki [s].

Współczynnik napełniania Ψ dla mieszarek ślimakowych pionowych wynosi 0,7–0,8. Czas właściwego mieszania t_2 waha się w granicach 5–10 min. Czasy t_1 i t_3 zależą od konstrukcji mieszarki i zastosowanych urządzeń zasilających.

Wydajność mieszarek o działaniu ciągłym (np. ślimakowych poziomych lub bębnowych) [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$] można obliczyć, podobnie jak wydajność przenośników ślimakowych, ze wzoru:

$$Q_m = 450 \left[(D_1 + 2\lambda)^2 - d^2 \right] \cdot s_1 \cdot \omega \cdot \Psi \cdot Q_s,$$

gdzie

Q_m – wydajność masowa [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$];

D_1 – średnica zewnętrznej powierzchni śrubowej [m];

λ – luz promieniowy między ślimakiem a obudową koryta [m];

d – średnica wału ślimaka [m];
 s_1 – skok ślimaka [m];
 ω – prędkość kątowa ślimaka [$\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$];
 Q_s – masa usypowa [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$];
 Ψ – współczynnik napełnienia koryta.

Współczynnik napełnienia Ψ dla mieszarek tego typu wynosi 0,3–0,4. Prędkość przemieszczania materiału w kierunku poosiowym w mieszarce o działaniu ciągłym wynosi zwykle 0,015–0,025 [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]. Długość L mieszarki [m] wyznacza się w zależności od prędkości poosiowej i koniecznego czasu mieszania:

$$L = v \cdot t,$$

gdzie

t – czas mieszania [s];
 v – prędkość poosiowa mieszania [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$].

Całkowite zapotrzebowanie mieszarki na moc N [kW] stanowi sumę mocy N_1 – zużywanej na pokonanie oporów materiału podczas jego przemieszczania – oraz mocy N_2 – zużywanej na pokrycie oporów tarcia elementów napędu (łożysk, uszczelnień itd.) i wyraża się wzorem:

$$N = N_1 + N_2.$$

Dla mieszarek bębnowych N_1 [kW] oblicza się ze wzoru:

$$N_1 = \frac{M_o \cdot \omega}{1000} = \frac{\omega \cdot G_r \cdot \sin \varphi}{1000},$$

gdzie

M_o – moment obrotowy [$\text{N}\cdot\text{m}$];
 G_r – ciężar wsadu [N];
 φ – kąt tarcia wewnętrzznego w ruchu;
 ω – prędkość kątowa bębna [$\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$], gdzie $\omega \approx 0,6 \omega_{gr}$.

W tym przypadku pobierana moc zostaje zużyta na podniesienie materiału podczas obrotu bębna.

Zapotrzebowanie na moc N_1 [kW] dla mieszarki z obracającymi się elementami roboczymi można wyznaczyć z wystarczającym przybliżeniem ze wzoru stosowanego do obliczania mieszadeł do cieczy:

$$N_1 = \frac{C \frac{1}{2} Q_s V^3 A z}{1000} = \frac{C Q_s r^3 \omega^3 A z}{2000},$$

gdzie

C – współczynnik oporu;
 V_o – średnia prędkość obwodowa [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$];
 r – ramię siły oporu względem osi obrotu [m];
 A – rzut powierzchni oporu elementów mieszających na płaszczyznę prostopadłą do kierunku ruchu [m^2];
 z – liczba elementów mieszających, jednocześnie zanurzonych w materiale.
 Ramię r [m] oblicza się z zależności:

$$r = R - s - \frac{h}{2},$$

gdzie

R – promień obudowy;
 h – długość zagłębionego w materiale elementu mieszającego;
 s – odległość między obudową a końcami elementów mieszających.

Ponieważ podczas mieszania występują przede wszystkim siły bezwładności oraz siły tarcia, współczynnik oporu C jest przy stałym stopniu napełnienia mieszarki funkcją liczby Frouda:

$$F_r = \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2$$

oraz współczynnika tarcia mieszanego materiału o elementy mieszarki $\mu = \operatorname{tg} \varphi$.

Ze względu na trudności ujęcia tych zależności w postaci analitycznej zaleca się projektować mieszarki na podstawie uprzednio wykonanego i przebadanego modelu funkcjonalnego.

Współczynnik oporu będzie można wówczas wyznaczyć z zależności:

$$c = k \cdot \Psi \cdot F_r^{\frac{p}{2}},$$

gdzie

k – stała charakteryzująca zastosowany rodzaj mieszadła (ślimakowego, łopatkowego i in.);

Ψ – stopień napełnienia mieszarki.

$$F_r = p \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2,$$

przy czym

ω – prędkość kątowna projektowanej mieszarki [$1 \cdot \text{s}^{-1}$];

ω_0 – prędkość kątowna mieszarki modelowej [$1 \cdot \text{s}^{-1}$];

p – współczynnik ustalany empirycznie (w praktyce $p \approx -2$).

Próbki do badań należy pobierać po wymieszaniu paszy podczas opróżniania mieszarki, po czasie mieszania określonym w instrukcji obsługi maszyny. Czas ten nie powinien być dłuższy niż podany w karcie wymagań Systemu Maszyn Rolniczych [IBMER 1983]. Czas mieszania liczy się od chwili zakończenia załadunku mieszarki.

W badaniach porównawczych różnych mieszarek lub linii technologicznych należy ustalić taki sam czas mieszania. Pobieranie próbek powinno odbywać się w równych odstępach czasu i z tego samego miejsca w każdym powtórzeniu. Do oceny stopnia wymieszania pasz należy wykonać minimum trzy powtórzenia.

PROCES GRANULACJI PASZ

Zespoły granulujące

Proces granulacji pasz odbywa się w klasycznych liniach technologicznych, których schemat blokowy przedstawiono na rysunku 5.

Jak wynika z tego schematu, linia rozpoczyna się od zbiornika, w którym gromadzona jest pasza sypka przeznaczona do granulacji. Pasza wybierana jest równomiernie przez dozownik i podawana do kondycjonera łopatkowego, w którym jest intensywnie mieszana z parą wodną, doprowadzaną z instalacji parowej. Ciepło zawarte w parze wodnej podgrzewa paszę, w wyniku czego następuje wzrost temperatury. Następnie pasza trafia do granulatora.

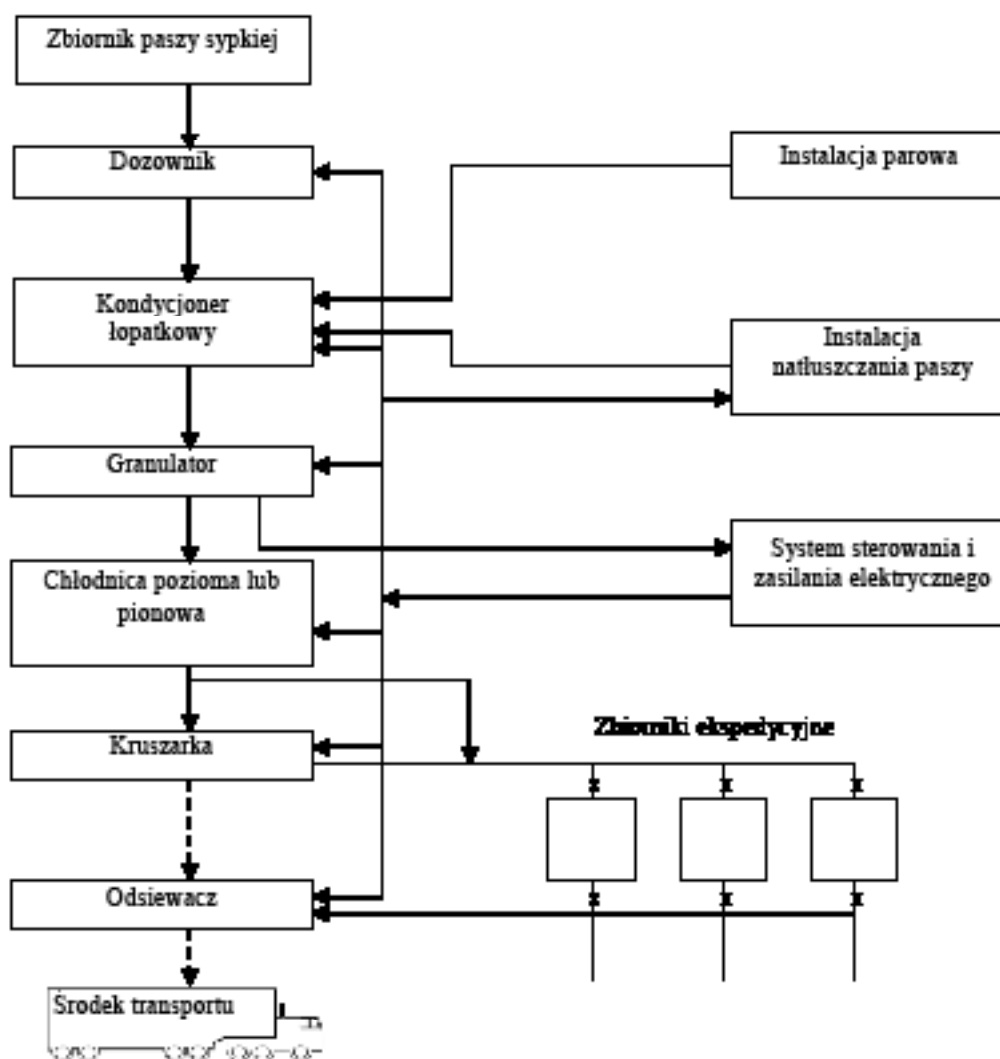
Zespół granulujący tworzą matryce i współpracujące z nimi rolki wraz z systemem mocowania i zmiany matryc, układem regulacji odstępów między rolkami i matrycą, regulacji docisku rolek i układem zdalnego sterowania i parametrami pracy tych zespołów.

Matryce są elementami roboczymi, które w decydujący sposób wpływają na przebieg i efekty procesu granulowania. Wykonuje się je ze stali stopowej lub nawet ze stali nierdzewnej i utwardza wewnętrzną powierzchnię, co uzasadnia wysoki koszt ich wykonania.

Matryce charakteryzują następujące parametry:

- wymiary (średnica, grubość, szerokość powierzchni współpracującej z rolkami);
- średnica i kształt otworów;
- powierzchnia czynna otworów, czyli tzw. współczynnik prześwitu.

Grubość matrycy pozostaje w ścisłym związku ze średnicą otworów, tj. matryca o większej średnicy otworów musi być grubsza (ze względów wytrzymałościowych). Grubość matryc pierścieniowych z otworami o małych średnicach jest 10-krotnie większa od średnicy otworu (np. matryce o średnicy 3,2 mm mają grubość 31,75 mm); przy większych średnicach otworów stosunek ten odpowiednio maleje.



Rys. 5. Schemat blokowy linii technologicznej granulacji pasz [POTOCKI 1997]

Otworki w matrycach mogą mieć różny kształt, zależnie od przeznaczenia matrycy oraz jej grubości (rys. 6, a). Otwór charakteryzuje kilka wielkości (rys. 6, b). Rozwierzona część wlotowa otworu ma kształt stożkowy lub paraboliczny. Ma to na celu z jednej strony zlikwidowanie płaszczyzn między otworami i zbliżenie stożków krawędziami, (co sprawia, że mieszanka jest całkowicie wtłaczana do otworów), z drugiej zaś wstępne zagęszczenie mieszanki, co sprzyja formowaniu granulatu o większej zwięzłości.

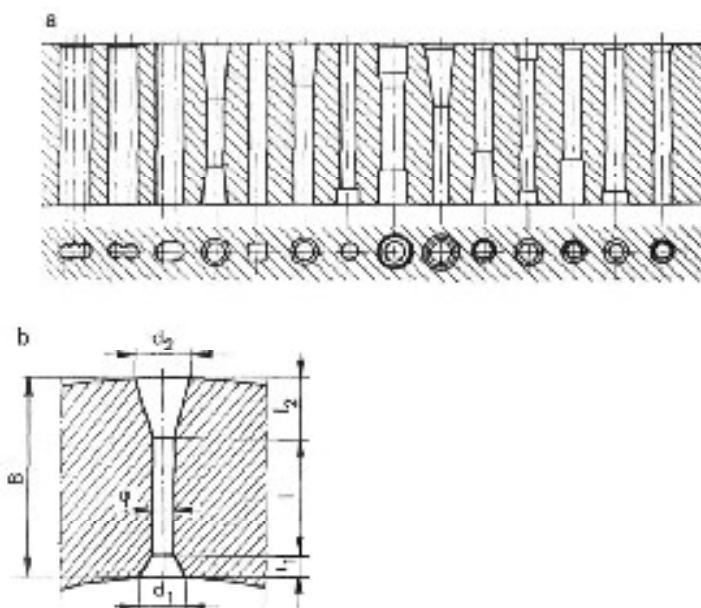
Stosunek średnicy wlotowej części stożkowego otworu d_1 do średnicy komory prasowania d nazywa się współczynnikiem zagęszczania lub „stopniem sprężania» matrycy:

$$k_z = \frac{d_1}{d}.$$

Prędkości obrotowe matryc pierścieniowych zawierają się w granicach 70–350 obr. \cdot min⁻¹, zależnie od średnicy matrycy i rodzaju granulowanej mieszanki.

Rolki mogą mieć powierzchnię żłobkową równoległą do osi rolki (ryflowanej), o różnym zagęszczeniu ryfli (najczęściej 3 ryfle na 10 mm), albo ze stożkowymi wgłębieniami, analogicznymi do wlotowych części otworu w matrycy.

W zespołach prasujących granulatorów z matrycą pierścieniową instaluje się przeważnie dwie rolki. Jeżeli używane są matryce o większych średnicach, stosuje się trzy rolki, rozmieszczone co 120° lub asymetrycznie na wewnętrznym obwodzie matrycy. Przy większej liczbie rolek zwiększa się wydajność



Rys. 6. Otwory w matrycach: *a* – różne rodzaje otworów, *b* – wielkości charakterystyczne otworów; *B* – grubość matrycy, *l* – długość drogi prasowania (kalibrującej części otworu matrycy), *l*₁ – długość odcinka stożkowego przy wlocie, *l*₂ – długość rozszerzonego odcinka przy wylocie, *d*₁ – średnica podstawy stożka wlotowego, *d*₂ – średnica podstawy stożka wylotowego, ϕ – kaliber matrycy (średnica komory prasowania) [GROCHOWICZ 1996]

T a b e l a 1. Niektóre dane techniczne matrycy pierścieniowych [katalogi TESTMER S.A. 1998]

| Średnica otworów [mm] | Promień wewnętrzny pierścienia matrycy [mm] | Promień zewnętrzny matrycy [mm] | Liczba rzędów otworów [szt.] | Liczba otworów [szt.] | Masa matrycy [kg] |
|-----------------------|---|---------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------|
| 4,8 | 410 | 520 | 176 × 19 | 3344 | 68 |
| 6,2 | 410 | 520 | 140 × 14 | 1960 | 74 |
| 9,4 | 410 | 560 | 92 × 9 | 828 | 98 |
| 12,7 | 410 | 560 | 60 × 6 | 360 | 88 |
| 19 | 410 | 610 | 32 × 4 | 128 | 138 |

granulatora, gdyż wzrasta powierzchnia, na której równocześnie odbywa się prasowanie. Średnica rolek powinna być możliwie duża, co poprawia warunki prasowania, ale jest ona ograniczona średnicą wewnętrzną matrycy.

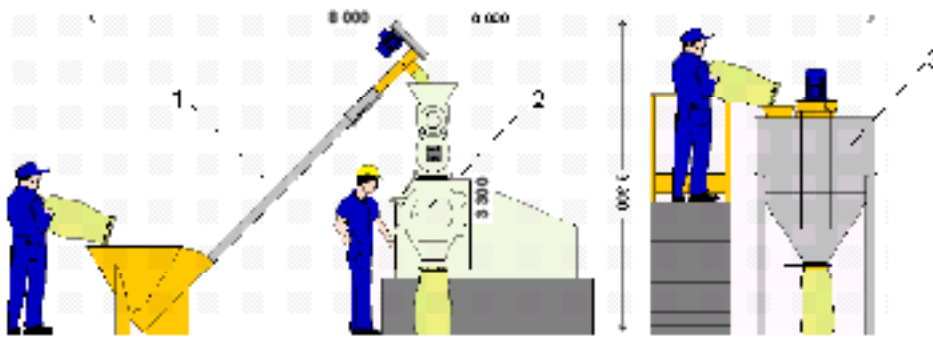
Schematy linii technologicznych do granulacji pasz możliwej do zastosowania w gospodarstwach o różnej wielkości przedstawiono na rysunkach 7, 8, 9, 10.

Oznaczanie zawartości suchej masy wykonuje się według normy PN-76/R-64752, a oznaczanie zawartości białka według normy PN-75/N-04018. Paszę uważa się za dobrze wymieszaną, jeśli współczynnik zmienności nie przekracza 5%. Zarówno podczas mieszania, jak i opróżniania zbiornika nie może zachodzić segregacja składników.

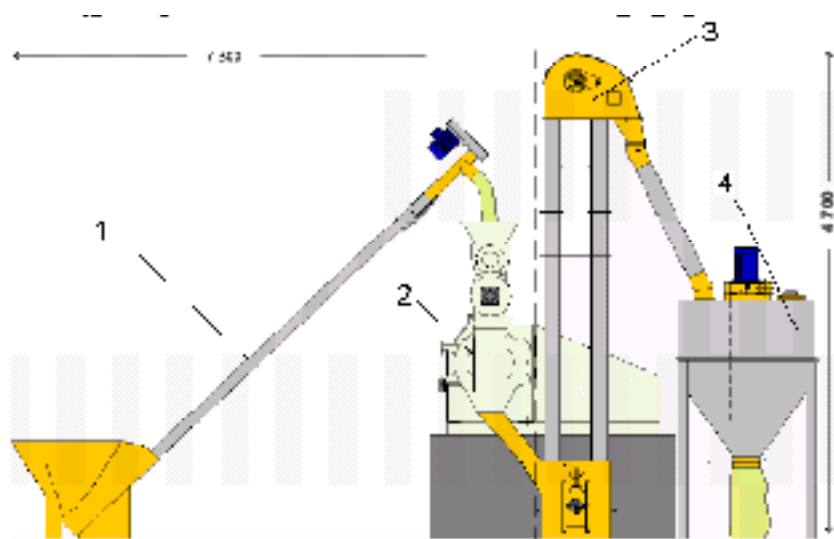
Zalety pasz granulowanych

Pasze w postaci granulowanej mają wiele zalet w porównaniu z paszami w postaci sypkiej, a mianowicie:

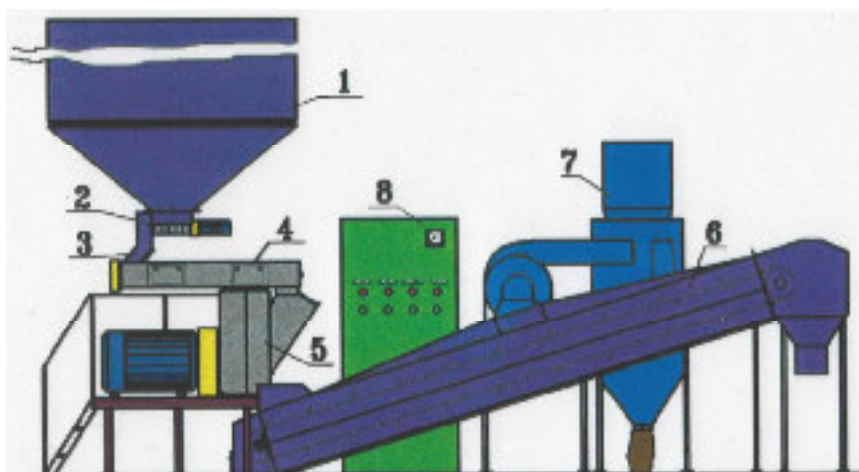
- nowoczesne metody produkcji pasz pełnowartościowych obejmują ich termiczną obróbkę oraz ciśnieniową aglomerację;
- pasza granulowana jest jednorodna; w granulach zawarte są (w sposób trwały) składniki pokarmowe wchodzące w skład paszy i dodane mikroskładniki (witaminy, mikroelementy, stymulatory itp.); przy dużym rozdrobnieniu i wymieszaniu składników pokarmowych granulata stanowi paszę pełnoporcjową;



Rys. 7. Linia technologiczna do granulacji pasz z załadunkiem ręcznym: 1 – przenośnik ślimakowy, 2 – granulator, 3 – silos na granulaty z wentylacją [materiały informacyjne firmy ELECTRA]



Rys. 8. Linia technologiczna do granulacji pasz z wykorzystaniem przenośnika kbelkowego do załadunku: 1 – przenośnik ślimakowy, 2 – granulator, 3 – przenośnik kbelkowy, 4 – silos na granulaty z wentylacją [materiały informacyjne firmy ELECTRA]



Rys. 9. Widok podstawowych zespołów linii do granulacji pasz: 1 – zbiornik granulacyjny, 2 – dozownik, 3 – zsyp, 4 – kondycjoner z magnesem, 5 – granulator, 6 – chłodnica, 7 – cyklon z wentylatorem, 8 – szafa sterująca [katalogi TESTMER S.A. 2017]

– pasza granulowana może być transportowana mechanicznie lub pneumatycznie bez obawy jej rozwarstwienia, co ma miejsce w przypadku mieszanek sypkich, a podczas transportu lub zadawania do minimum ograniczone jest również zapylenie, mogące powodować u zwierząt schorzenia dróg oddechowych; te zalety paszy granulowanej umożliwiają wprowadzenie pełnej mechanizacji i automatyzacji na fermach hodowlanych;

– granulat może być dłużej składowany niż mieszanki sypkie, gdyż wolniej traci wartość pokarmową;

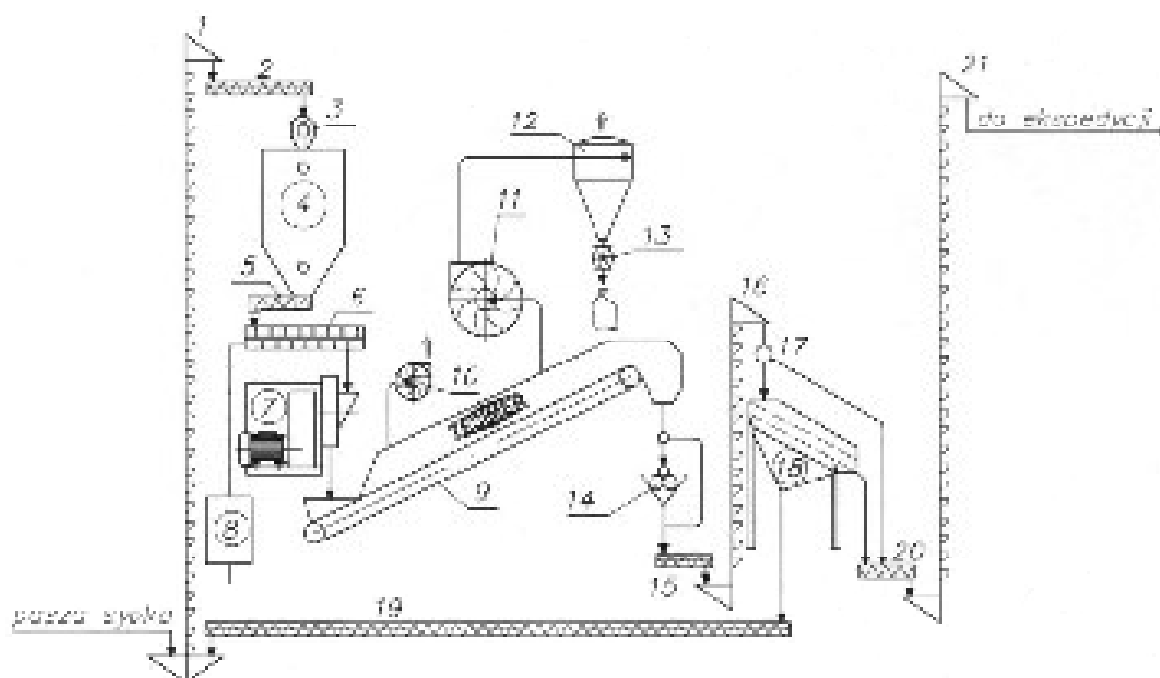
– granulat jest zjadany w całości i chętniej niż mieszanki sypkie;

– obróbka termiczna (kondycjonowanie surowców w granulatorze) poprawia wartość paszową i smakowitość użytych surowców;

– granulat zajmuje mniejszą objętość niż mieszanka sypka, co pozwala zmniejszyć niezbędną powierzchnię magazynową, jest wygodniejszy w obrocie i może być łatwo przewożony luzem, co eliminuje koszt opakowań i obsługi, występujący w obrocie materiałami workowanymi.

Badania nad efektywnością stosowania granulatu w żywieniu drobiu wykazują, że dzięki granulowaniu uzyskano oszczędność paszy średnio o 20% (wg badań ITP) na jeden kilogram masy zwierząt.

W zależności od gatunku zwierząt oszczędności paszy mogą wynosić (wg innych autorów) od 8 do 15%.



Rys. 10. Linia do granulacji pasz sypkich firmy TESTMER: 1 – podnośnik kuleczkowy, 2 – przenośnik ślimakowy, 3 – wychwytywacz magnetyczny, 4 – zbiornik operacyjny nad granulatorem, z czujnikami minimalnego i maksymalnego napełnienia, 5 – dozownik ślimakowy, 6 – kondycjoner, 7 – prasa granulacyjna, 8 – kocioł parowy lub wytwornica pary, 9 – chłodnica pozioma przenośnikowa, 10 – wentylator aspiracyjny wstępny, 11 – wentylator aspiracyjny główny, 12 – cyklon, 13 – śluza podocyklonowa, 14 – kruszarka granulatu, 15 – przenośnik ślimakowy, 16 – przenośnik kuleczkowy, 17 – rozdzielacz dwudrogowy sterowany elektrycznie, 18 – odsiewacz wibracyjny okruszyn, 19, 20 – przenośnik ślimakowy, 21 – podnośnik kuleczkowy [katalogi TESTMER S.A. 2017]

WNIOSKI

Przedstawione systemy przygotowania pasz pełnoporcjowych oraz koncentratów pasz pozwalają na racjonalną produkcję zwierząt, zwłaszcza trzody chlewnej i drobiu.

Podane technologiczne sposoby i możliwości przygotowania pasz z elementami technicznymi urządzeń, pozwalają na dobór systemu racjonalnego żywienia do potrzeb produkcji.

BIBLIOGRAFIA

1. Boss J., Tukiendorf M. 1997. Mieszanie materiałów ziarnistych metodą wysypu kominowego. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej. Inżynieria Chemiczna*. Nr 22. S. 30–38.
2. Brumm M.C., Gonyou H.W. 2001. Effects of facility design on behavior and feed and water intake. In *Swine Nutrition 2nd edition*. S. 499–518.
3. Electra 2012. Materiały informacyjne firmy Electra.
4. Grochowicz J. (red.) 1996. *Technologia produkcji mieszanek paszowych*. Warszawa. PWRiL. ISBN 83-09016565, ss. 389.
5. Karbowy A. 2004. Wpływ wybranych parametrów kinematyczno-konstrukcyjnych mieszarki – silosu na efektywność mieszania. Rozprawa doktorska. Szczecin. Symbol dok. XXVI/2555.
6. Potocki T. 1997. Nowoczesne metody produkcji pasz pełnowartościowych. Podstawowe problemy w technologii chowu bydła i trzody chlewnej z uwzględnieniem aspektów ekologicznych. Materiały na konferencję. Warszawa. IBMER. S. 115–120.
7. Testmer S.A. 2017. 2010. 1998. Katalogi firmy Testmer S.A.

УДК 636.085

Поступила в 18.06.2019
Received 18.06.2019

Е. Л. Жилич¹, А. А. Кувшинов¹, А. И. Пунько²

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: npc_mol@mail.ru
²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: rektorat@bsatu.by

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМБИКОРМОВ КОКК-10 В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВА

В статье приводятся результаты разработки и экономической эффективности применения комплекта автоматизированного оборудования для производства полнорационных комбикормов КОКК-10 в условиях хозяйства.

Ключевые слова: комплект оборудования, смеситель, смешивание, однородность, равномерность смешивания, зерно, кормовая смесь, датчик, производительность.

E. L. Zhilich¹, A. A. Kuvshinov¹, A. I. Punko²

¹RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»,
Minsk, Republic of Belarus, email: npc_mol@mail.ru
²EI «Belarusian State Agrarian Technical University»,
Minsk, Republic of Belarus, email: rektorat@bsatu.by

RESULTS OF DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE SET OF EQUIPMENT FOR PREPARATION OF KOKK-10 FEED IN FARM CONDITIONS

The article presents the results of development and economic efficiency of application of a set of automated equipment for production of full-range mixed feed KOKK-10 in farm conditions.

Keywords: equipment set, mixer, mixing, uniformity, uniformity of mixing, grain, fodder mix, sensor, productivity.

Введение

Насыщение продовольственного рынка страны высококачественными мясными и молочными продуктами является одной из важнейших социально-экономических задач на ближайшую перспективу. Однако существующее состояние комбикормового производства в республике не позволяет в полной мере решить проблему обеспечения растущих потребностей животноводческих хозяйств качественными биологически полноценными комбикормами.

Кроме того, в республике практически не имеется технической базы для замены изношенного оборудования. На некоторых заводах выпускаются отдельные технические средства (дробил-