

**ОЦЕНКА РАВНОМЕРНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА**

**Ключевые слова:** дробилка, зерно, измельчение, корм, модуль помола, требования.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема качества измельчения кормов. Рассмотрены свойства зерна, приведены зоотехнические требования к измельчению кормов для сельскохозяйственных животных, выявлена необходимость равномерности измельчения компонентов комбикормов. Предлагается способ численного определения равномерности измельчения зерна.

Зерно является ценным компонентом для приготовления кормов. Концентрированные корма перед скармливанием подвергаются измельчению, благодаря чему разрушается оболочка зерна и повышается общая поверхность частиц корма. За счёт этого улучшается пищеварительный процесс животных [2, 10, 11, 12, 13].

В процессе измельчения зерновых культур большое значение имеют строение зерна, его размеры и форма.

Зерно по своей структуре неоднородно. Оно включает оболочку, эндосперм и зародыш. Причём в зависимости от сорта, крупности и других факторов соотношение масс анатомических частей зерна заметно варьирует. Части зерна имеют различные механические свойства. Оболочки обладают значительной вязкостью, а эндосперм сравнительной хрупкостью. При дроблении зерна оболочка работает на разрыв, а эндосперм в основном на скалывание и сжатие [2, 10, 11, 12, 13].

Неоднородность геометрических размеров зерна сказывается на его механических свойствах. При дроблении зерна на удельный расход энергии влияют форма зерна, его влажность, наличие микротрещин, консистенция эндосперма, плёнчатость. Среди зерна одного сорта более высокой прочностью обладает стекловидный эндосперм. Прочность полустекловидного и мучнистого ниже. Также более прочны зёрна не ребристой, а округлой формы. Повышенную прочность имеет мелкое зерно.

Для измельчения зерна применяются дробилки. При оценке эффективности работы зернодробилок учитывают совокупность показателей производительности, энергоёмкости и качества измельчения конечного продукта. Производительность характеризует количество произведенного продукта (измельченного зерна) за единицу времени, энергоёмкость характеризует количество электроэнергии, затраченной на производство продукта за единицу времени. Третий же показатель является качественным и сложносоставным, поэтому для его характеристики могут применяться разные оценки [7].

Важнейшим качественным показателем является степень измельчения зерна [3]. Для ее определения проводится ситовой анализ. На основе проведенного ситового анализа измельченного зерна мы получаем процентное содержание измельченной фракции в определенном диапазоне размеров частиц. Полученные данные распределения частиц по крупности можно отобразить графически, построив графики и гистограммы [3].

Широко распространенным критерием крупности измельчения является модуль помола  $M$ , который является средневзвешенным размером частиц, и определяется по формуле:

$$M = \frac{d_1 \cdot P_1 + d_2 \cdot P_2 + \dots + d_n \cdot P_n}{100} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot P_i}{100},$$

где  $d_i$  – средний размер отдельного класса, мм;

$P_i$  – массовый выход класса, %.

Условно существует три степени помола:

- тонкий (0,2...1,0 мм);

- средний (1...1,8 мм);

- грубый (1,8...2,6 мм).

Для животных различных видов и возрастных групп оптимальный размер измельчённых частиц различается. Для сельскохозяйственной птицы он составляет до 2...3 мм [5] при сухом кормлении. Для крупного рогатого скота – не выше 3 мм [9]. Для поросят-сосунов – 0,2...0,8 мм [4], для поросят-отъёмышей – 0,9...1,1 мм [8], для свиной беконного откорма – 1,2...1,6 мм [6].

Однако модуль помола является средним показателем и не характеризует равномерности фракционного состава измельченного зерна. Графические методы в данном случае имеют преимущество, но

в некоторых случаях (например, при выборе критерия оптимизации), необходимо числовое выражение качественных показателей.

Поэтому мы предлагаем в качестве количественного показателя качества применять процентное содержание измельченной фракции для каждой степени помола (или определенной группы животных) и обозначать буквами Р<sub>т</sub>, Р<sub>с</sub>, Р<sub>г</sub>, где Р – процентное содержание, т, с, г – степень помола (тонкий, средний, грубый). В данном случае мы можем задать диапазон крупности и стремиться к его определенному процентному значению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976.
2. Алёшкин В. Р., Рошин П. М. Механизация животноводства / Под ред. С. В. Мельникова. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.
3. Глебов Л., Гамзаев Г. Гранулометрический состав измельченного зерна // Комбикормовая промышленность. 1997. № 8. С. 15.
4. ГОСТ 13299-71. Комбикорма-концентраты для поросят-сосунов. М.: Изд-во стандартов, 1976. 6 с.
5. ГОСТ 18221-72. Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Технические условия. Переиздание с изменениями. М.: Изд-во стандартов, 1991. 13 с.
6. ГОСТ 21055-96. Комбикорма полнорационные для беконного откорма свиней. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1997. 9 с.
7. ГОСТ 28098-89. Дробилки кормов молотковые. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1989. 2 с.
8. ГОСТ 9267-68. Комбикорма-концентраты. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1993. 6 с.
9. ГОСТ 9268-90. Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1991. 10 с.
10. Завражнов А. И., Николаев Д. И. Механизация приготовления и хранения кормов. М.: Агропромиздат, 1990. 336 с.
11. Зафрен С. Я. Технология приготовления кормов. Справочное пособие. М.: Колос, 1977. 240 с.
12. Мельников С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. Л.: Колос, 1978. 560 с.
13. Сыроватка В. И. Производство комбикормов в колхозах и совхозах. М.: Россельхозиздат, 1976. 62 с.

## ESTIMATION OF THE UNIFORMITY OF GRAIN CRUMBLING

**Keywords:** crusher, grain, crumbling, food, milling unit, requirements.

**Annotation.** This article discusses the problem of the quality of feed crumbling. Article considers properties of the grain, zootechnic requirements for feed crumbling for farm animals, identified the need for uniformity of crumbling feed ingredients. Article includes a method of numerical determination of uniformity of grain.

---

**МИРОНОВ КОНСТАНТИН ЕВГЕНЬЕВИЧ – аспирант, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (mironow@mail.ru).**

**MIRONOV KONSTANTIN EVGEN`EVICH – postgraduate student, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic Institute, Russia, Knyaginino, (mironow@mail.ru).**

---