

УДК 631.363:636.084.74
ГРНТИ 68.85.39; 68.39.15

DOI: 10.24411/1999-6837-2019-14053

Курков Ю.Б., д-р техн. наук, проф.,
E-mail: kurkov1@mail.ru;

Бурмага А.В., д-р техн. наук, проф.;
E-mail: tesimark@dalgau.ru;

Краснощёкова Т.А., д-р с.-х. наук, проф.;
E-mail: krasnta@yandex.ru;

Шарвадзе Р.Л., д-р с.-х. наук, проф.,

Перепёлкина Л.И., д-р с.-х. наук, проф.,
E-mail: perepelkina79@gmail.com;

Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск, Амурская область, Россия

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ КОРМОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОБИЛЬНЫХ РАЗДАТЧИКОВ

© Курков Ю.Б., Бурмага А.В., Краснощёкова Т.А.,
Шарвадзе Р.Л., Перепёлкина Л.И., 2019

Резюме. В статье указаны преимущества и недостатки мобильных раздатчиков кормов со шнековыми и битерными рабочими органами. Определено, что при использовании раздатчиков кормов с рабочими органами битерного и шнекового типа увеличению однородности кормовой смеси и снижению неравномерности её выдачи способствует более равномерное распределение кормовых компонентов в бункере раздатчика. Наибольшее влияние при этом оказывает характер распределения компонентов смеси по длине бункера. Цель исследований - теоретически выявить связь неоднородности получаемой кормовой смеси и неравномерности её выдачи животным с неустойчивостью потока смеси, выходящей из распределительного органа загрузочного устройства, а также с равномерностью распределения кормовых компонентов на участках длины бункера раздатчика и количеством слоев формируемого в бункере кормового бурта. Выведена аналитическая зависимость, определяющая влияние равномерности распределения кормовых компонентов по длине бункера раздатчика (соотношение кормовых компонентов на участках бункера) на процесс их смешивания. Теоретически установлена зависимость показателя неравномерности распределения корма в бункере раздатчика от количества слоев формируемого бурта. Установлено, что чем больше слоев кормовых компонентов в бункере кормораздатчика, тем меньше неравномерность распределения корма в бункере раздатчика и, соответственно, неравномерность выдачи корма животным.

Ключевые слова: мобильный раздатчик, шнек, битер, загрузочное устройство, равномерность распределения, неоднородность смеси, неравномерность выдачи.

Yu. B. Kurkov, DrTech. Sci., Professor;

E-mail: kurkov1@mail.ru;

A.V. Burmaga, Dr Tech. Sci., Professor;

E-mail: tesimapk@dalgau.ru;

T.A. Krasnoshchekova, Dr Agr. Sci., Professor;

E-mail: krasnta@yandex.ru;

R.L. Sharvadze, Dr Agr. Sci., Professor;

L.I. Perepelkina, Dr Agr. Sci., Professor,

E-mail: perepelkina79@gmail.com;

Far Eastern State Agrarian University,

Blagoveschensk, Amur Region, Russia

THEORETICAL RESEARCH INTO THE PROCESS OF MIXING FEEDS USING MOBILE DISTRIBUTORS

Abstract. The article describes the advantages and disadvantages of mobile feed distributors using auger (conveying worm) and beater as working members. It has been determined that when using feed distributors with beater and auger type working members, a more uniform distribution of feed components in the hopper of the distributor helps to increase the uniformity of the feed mixture and reduce the unevenness of its delivery (distribution). In this case, the distribution of the mixture components along the length of the hopper has the greatest influence. The aim of the research is to theoretically identify the relationship between the heterogeneity of the obtained feed mixture, the unevenness of its delivery to animals and the instability of the flow coming out of the distribution organ of the loader, as well as the uniform (even) distribution of feed components along the length of the distributor hopper and the number of layers of feed collars formed in the hopper. Analytical dependence was found to determine the influence of uniform distribution of feed components along the length of the distributor hopper (ratio of feed components in the hopper sections) on the process of their mixing. Theoretically it was established that there is a dependence of the index of uneven distribution of feed in the hopper of the distributor on the number of layers of the collar formed in the hopper. It was found that the more layers of feed components in the feed hopper, the less uneven should be the distribution of feed in the hopper of the distributor and, so the less uneven be the distribution of feed to animals.

Key words: mobile distributor, auger, beater, loader, evenness (ununiformity) of distribution, mixture nonuniformity, nonuniformity of delivery.

В настоящее время на фермах по выращиванию и содержанию крупного рогатого скота для приготовления и раздачи кормов используются мобильные смесители-раздатчики кормов с рабочими органами шнекового типа отечественного производства марок РСК-12, СРК-10В (11В, 14В, 16В, 18В), СРВ-8 и импортного производства фирм «DeLaval», «StarClassic», «Samasz», «Seko» и других, а также бункерные раздатчики кормов с рабочими органами битерного типа марок КТП-10У-01, РКТ-10 и его

модификаций, ПРКТ-10, КРФ-10, КТ-10-01 [1, 2].

Преимуществом смесителей-раздатчиков шнекового типа является возможность смешивания кормовых компонентов в процессе загрузки, а также высокая точность дозирования кормовой смеси при выдаче её животным за счет установки весовых электронных дозаторов с тензометрическими датчиками. Недостатками раздатчиков данного типа являются высокая стоимость, обусловленная сложностью конструкции, а

также необходимость ручной полной очистки бункера от корма после его выдачи при эксплуатации в зимний период. В противном случае происходит налипание массы на смешивающие шнеки и выгрузной транспортер, его замерзание и, как следствие, при повторном использовании поломка узлов и агрегатов и системы привода. В тоже время анализ работы раздатчиков-смесителей выявил, что при загрузке концентрированных кормов в бункер посредством винтовых конвейеров и смешивания их с другими компонентами кормовой смеси шнековыми рабочими органами раздатчика происходит процесс сегрегации частиц, и, как следствие, на выходе мы имеем смесь с низкой однородностью.

Преимуществом раздатчиков кормов с рабочими органами битерного типа является относительно невысокая стоимость, более высокая надежность по сравнению со смесителями-раздатчиками кормов с рабочими органами шнекового типа, а также простота обслуживания и высокая производительность. Недостатками раздатчиков данного типа являются необходимость предварительного смешивания кормовых компонентов перед загрузкой в бункер раздатчика и низкая неравномерность выдачи корма, обусловленная высокой неравномерностью распределения корма в бункере по его длине.

Проведенные исследования показали, что при использовании раздатчиков кормов с рабочими органами битерного типа увеличению однородности смеси и снижению неравномерности выдачи кормовой смеси способствует более равномерное распределение кормовых компонентов в бункере раздатчика. При этом анализ способов заполнения бункерных раздатчиков кормом и исследований данного процесса показал, что от характера распределения компонентов в бункере зависит качество смеси. Наибольшее влияние при этом оказывает характер распределения компонентов смеси по длине бункера. Действительно, если к битерам кормораздатчика подавать кормовые компоненты в заданном соотно-

шении, то на выходе из него смесь будет соответствовать заданной зоотехнической норме. Причем наряду с дозирующим устройством битеры выступают в роли смешивающего органа.

На основании проведенных исследований установлено, что наиболее рациональным вариантом является совмещение операций смешивания кормовых компонентов и равномерного распределения их по длине бункера посредством загрузочных устройств, осуществляющих послойное распределение кормовых компонентов или кормовой смеси [3]. При этом процесс смешивания послойно уложенных в бункер раздатчика кормовых компонентов осуществляется посредством пальцевых битеров. При работе раздатчика бурт с послойно уложенными компонентами с помощью продольного транспортера надвигается на битеры, которые, отделяя от бурта кормовые компоненты и перебрасывая их на выгрузной транспортер, одновременно перемешивают их [4].

С учетом вышеприведенного была поставлена следующая цель исследований – теоретически выявить связь неоднородности получаемой кормовой смеси и неравномерности её выдачи животным с неустойчивостью потока смеси, выходящей из распределительного органа загрузочного устройства, а также с равномерностью распределения кормовых компонентов на участках длины бункера раздатчика и количеством слоев формируемого в бункере кормового бурта.

Чтобы добиться требуемой однородности кормовой смеси на выходе из кормораздатчика, необходимо, чтобы массовая доля частиц компонентов кормовой смеси по длине бункера находилась в заданных пределах, т.е.

$$x_n < X < x_v, \quad (1)$$

где x_n и x_v – нижний и верхний предел изменения массы компонента в смеси.

Так как распределение частиц кормовых компонентов в бункере раздатчика носит случайный характер, то можно говорить не о выполнении данного неравенства,

а лишь о вероятности его выполнения $P(x_n < x < x_e)$.

На основании вышесказанного следует, что добиться повышения качества смешивания кормов можно путем увеличения равномерности распределения компонентов смеси в бункере раздатчика.

Тогда процесс смешивания можно разбить на два этапа:

1) равномерное распределение компонентов смеси в бункере раздатчика;

2) смешивание компонентов смеси посредством воздействия пальцевых или шнековых рабочих органов кормораздатчика.

На первом этапе на процесс распределения компонентов смеси в бункере раздатчика будут влиять физико-механические свойства материалов, длина частиц корма, равномерность подачи компонентов в бункер раздатчика распределительным органом. Причем последний фактор является одним из основных, влияющих на процесс.

На втором этапе значительное влияние на процесс смешивания оказывает равномерность распределения компонентов смеси в бункере раздатчика (соотношение кормовых компонентов на участках бункера) и конструктивно-режимные параметры смешивающих органов.

Плотность вероятности величины x ; зависит от выбираемой длины l отрезков бункера. При загрузке бункера плотность вероятности распределения массы может быть представлена дельта-функцией:

$$\rho\left(\frac{q}{l}\right) = \delta(q - \bar{q}), \quad (2)$$

где q – масса корма на элементарном участке бункера длины l , кг; \bar{q} – среднеарифметическое масс, кг.

Теоретические исследования показали, что неоднородность смеси определяется равенством:

$$v_c = \frac{\sqrt{D_1\left[\frac{x}{l}\right]}}{q} = \sqrt{\int_{q_{\min}}^{q_{\max}} P\left(\frac{q}{l}\right) D\left[\frac{x}{q}\right] dq + \beta^2 \cdot D\left[\frac{q}{l}\right] \cdot q^{-1}}, \quad (3)$$

где v_c – неоднородность смеси;

$D\left[\frac{x}{q}\right] = \sum (x - q \cdot \beta)^2 \cdot f\left(\frac{x}{q}\right)$ – дисперсия количества кормового компонента в массе q на элементарном участке длины l бункера;

$D\left[\frac{q}{l}\right] = \int_{q_{\min}}^{q_{\max}} P\left(\frac{q}{l}\right) (q - \bar{q})^2 dq$ – дисперсия массы корма, распределяемой на участках длиной l ;

β – массовая доля кормовых компонентов по длине бункера.

Данное равенство показывает связь неустойчивости потока корма на выходе из распределительного органа загружающего устройства и равномерностью распределения кормовых компонентов на участках заданной длины l . Экспериментально определить значения $P(q/l)$, $D[q/l]$, $D[x/q]$ можно, измерив достаточно большое количество раз массу материала, выходящего из распределителя за определенный промежуток времени.

Причем, чем больше элементарных участков и, соответственно, меньше масса корма на этих участках Δq_i , тем больше вероятность появления среди этих участков таких, на которых количество заданного кормового компонента будет равно x . На практике это можно осуществить путем послойной загрузки бункера кормовой смесью. При этом, увеличивая количество слоев на участке длины бункера l , мы добиваемся увеличения вероятности $P(x_n < x < x_e)$, другими словами, увеличивая количество слоев, мы стремимся увеличить число элементарных участков с вероятностью $P_i(x/l)$ на каждом отрезке длины бункера l .

Однородность смеси определяется по известному выражению

$$\theta_{cm} = 100 - v_c \quad (4)$$

Как уже отмечалось ранее, колебания качественного состава кормовой смеси носят случайный характер, поэтому поступление кормовой смеси потоком на распределитель можно рассматривать как случайный процесс, обладающий свойством эргодичности по отношению к математическому ожиданию и корреляционной функции, и определять вероятностные характе-

ристики случайной функции $q=f(L)$ по одной реализации, где q - количество корма на единице длины бункера, L - длина потока.

Среднее значение одной реализации q , представляющее собой математическое ожидание стационарной функции $q(L)$ можно определить:

$$\bar{q} = q_p (1 + \Delta q), \quad (5)$$

где q_p - расчетное значение рассматриваемого параметра;

Δq - относительное отклонение фактического значения рассматриваемого параметра от расчетного.

Дисперсия процесса распределения определится выражением:

$$D_q = \sigma_q^2 = \frac{1}{L^2} \int_0^L \int_0^L K_q(l-l') dl \cdot dl', \quad (6)$$

где $K_q(l-l')$ - корреляционная функция в интервале $l-l'$; σ_q - среднеквадратичное отклонение массы q ; $L = n \cdot l$ - длина потока; n - количество слоев формируемого в бункере бурта; l - длина бункера раздатчика.

Корреляционную функцию $K_q(l)$ аппроксимируем выражением

$$K_q(l) = D_q \cdot \cos[\beta(l_0)] \cdot \exp[-\alpha(l_0)], \quad (7)$$

где l_0 - интервал корреляции; $\alpha(l_0)$, $\beta(l_0)$ - параметры корреляционной функции.

Учитывая, что неравномерность распределения δ_q равна

$$\delta_q = \frac{a \cdot \sigma_q}{q_p}, \quad (8)$$

где a - коэффициент, связанный с законом нормального распределения. Если учесть

неравномерность выдачи корма, создаваемую транспортером и кормоотделителями раздатчика коэффициентом $C^{ПК}$ и с учетом выражений (6), (7) и (8), неравномерность распределения корма в бункере определяется

$$\delta_q = \frac{a \cdot C^{ПК}}{q \sqrt{n \cdot l}} \times \sqrt{K_q(0) \cdot \{2l_0 + n \cdot l \cdot \cos[\beta(l_0)] \cdot \exp[-\alpha(l_0)]\}}, \quad (9)$$

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- на процесс смешивания кормовых компонентов значительное влияние оказывает равномерность их распределения по длине бункера раздатчика (соотношение кормовых компонентов на участках бункера);

- для обеспечения требуемой однородности и равномерности выдачи кормовой смеси в процессе раздачи кормовой смеси кормораздатчиком, необходимо, чтобы массовая доля частиц компонентов по длине бункера находилась в заданных пределах;

- повысить равномерность распределения кормовых компонентов в бункере раздатчика и, соответственно, однородность смеси на выходе из него возможно за счет послойной загрузки корма в бункер;

- на показатель неравномерности распределения корма в бункере раздатчика оказывает влияние количество слоев формируемого бурта, причем, чем больше слоев кормовых компонентов в бункере кормораздатчика, тем меньше неравномерность распределения корма в бункере раздатчика и, соответственно, неравномерность выдачи корма животным.

Список литературы

1. Воронцов, И.И. Технологические механизированные средства обслуживания частных ферм и коллективных фермерских хозяйств / И.И. Воронцов // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2010. – № 3 (13). – С. 52 – 59.
2. Курков, Ю.Б. Обоснование конструктивно-технологической схемы измельчителя-смесителя-раздатчика кормов / Ю.Б. Курков, С.А. Бурмага // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: Тематический сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2008. – Вып. 15. – С.143 – 148.

3. Курков, Ю.Б. Повышение эффективности процессов приготовления и раздачи высокобелковых полнорационных кормовых смесей крупному рогатому скоту (монография) / Ю.Б. Курков. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2005. – 172 с.
4. Курков, Ю.Б. Пути увеличения производства животноводческой продукции / Ю.Б. Курков. // Вестник КрасГАУ. – 2006. – № 10. – С. 241 - 246.

Reference

1. Vorontsov, I.I. Tekhnologicheskie mekhanizirovannye sredstva obsluzhivaniya chastnykh ferm i kollektivnykh fermerskikh khozyaistv (Manufacturing Mechanized Equipment for Servicing Private and Collective Farms), *Tekhniko-tekhnologicheskie problemy servisa*, 2010, No 3 (13), PP. 52 – 59.
2. Kurkov, Yu.B., Burmaga, S.A. Obosnovanie konstruktivno-tekhnologicheskoi skhemy izmel'chitelya-smesitelya-razdatchika kormov (Substantiation of the Design and Technological Scheme of the Shredder-Mixer-Distributor of Feed), *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya tekhnologicheskikh protsessov v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve: Tematicheskii sb. nauch. tr. Dal'GAU, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU*, 2008, Вып. 15, PP. 143 - 148.
3. Kurkov, Yu.B. Povyshenie effektivnosti protsessov prigotovleniya i razdachi vysokobelkovykh polnoratsionnykh kormovykh smesei krupnomu rogamu skotu (monografiya) (Improving the Efficiency of the Processes of Preparation and Distribution of High-Protein Complete Feed Mixtures to Cattle (Monograph)), *Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU*, 2005, 172 p.
4. Kurkov, Yu.B. Puti uvelicheniya proizvodstva zhivotnovodcheskoi produktsii (Ways to Increase Livestock Production), *Vestnik KrasGAU*, 2006, No 10, PP. 241 - 246.

УДК 619:615+636.4
ГРНТИ 68.42.37

DOI: 10.24411/1999-6837-2019-14054

Максимов Н.И., д-р с.-х. наук., преподаватель;
Лашин А.П. канд. биол. наук., доц.;
Дальневосточный государственный аграрный университет,,
г. Благовещенск, Амурская область, Россия
E-mail: ant.lashin@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ L-ТЕАНИНА НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА И БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС КРОВИ У ПОРОСЯТ-ОТЪЕМЫШЕЙ НА ФОНЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА

© Максимов Н.И., Лашин А.П., 2019

Резюме. В данном исследовании изучалось влияние L-теанина на показатели роста, антиоксидантную способность и иммунную функцию поросят-отъемышей с окислительным стрессом. Для этого были подобраны поросята-отъемыши массой (7,53 кг ± 0,51 кг), которые были разделены на 3 группы: контрольная группа (общепринятый рацион, без добавления премикса и L-теанина); 1-я опытная группа (общепринятый рацион, с добавлением премикса, без L-теанина), 2-я опытная группа (общепринятый рацион, с добавлением премикса и 1000 мг/кг корма L-теанина). Подготовительный период составлял 7 дней, а экспериментальный период - 28 дней. Результаты показали, что среднесуточный прирост массы тела и среднесуточное потребление корма в первой группе были значительно ниже, чем во второй и третьей опытных группах, в то время как отношение кормления к весу было значительно увеличено. Среднесуточный прирост массы тела у 3-й опытной группы поросят значительно увеличился, по сравнению с контрольной и 2-й опытной группой. Содержание малонового диальдегида в сыворотке крови у контрольной группы поросят значительно возросло, в то время как общая антиоксидантная способность и активность глутатионпероксидазы значительно снизилась. Сывороточный малоновый диальдегид поросят первой опытной группы значительно снизился, в то время как антиоксидантная способность значительно увеличилась, по сравнению с контролем.