

11. Rao M.A. A kinetic study of the loss of vitamin C, color and firmness during thermal processing of canned pease / M.A. Rao et.al. // J. of Food Science. – 1981. – V. 46. – P. 636–637.

Отражены результаты исследований влияния технологических параметров процесса ИК-сушки корней цикория на энергоёмкость процесса по отношению к показателям качества полученного материала. В результате экспериментов получены уравнения регрессии, которые формализуют технологические параметры процесса сушки и качественные показатели конечного материала, а так же позволяют определить рациональные параметры технологического процесса сушки корней цикория с периодическим воздействием ИК-излучения на материал.

Сушка, цикорий корневой, ИК-излучение, период облучения, период отлёжки, показатели качества, инулин.

The results of researches of influence of technological parameters of process of infrared drying of roots of chicory are reflected on power-hungryness of process in relation to indexes of quality of got material. As result of experiments equalizations are got regressions which formalization of technological parameters of process of drying and high-quality indexes of eventual material and similarly allow to define the rational parameters of technological process of drying of roots of chicory with periodic influence of infrared-radiation on material.

Drying, chicory root, infrared-radiation, period of irradiation, period of binning, high-quality indexes, inulin.

УДК 631.363

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОМБІКОРМОВИХ СУМІШОК

**Г.А. Голуб, доктор технічних наук
О.М. Ачкевич, інженер**

Приведено дослідження кінетики процесу отримання комбікормових сумішок з метою отримання рівномірності розподілу компонентів в суміші, що встановлена зоотехнічними нормами.

Змішування, рівномірність, кінетика, комбікорм, суміш.

Постановка проблеми. Від рівня розподілу компонентів в приготуваній кормовій суміші залежить ступінь засвоєння поживних

© Г.А. Голуб, О.М. Ачкевич, 2015

речовин, а отже продуктивність тварин і питома витрата кормів на одержання одиниці продукції. Підвищення рівномірності розподілу компонентів у суміші до 97% і більше, у порівнянні із задовільним станом розподілу (рівномірність 85–93%), приводить до зменшення витрат комбікормів різними видами та віковими групами тварин і птиці на величину від 4,5 до 13,7% [2]. Якщо прийняти, що вказана залежність має лінійний характер, то покращення рівномірності розподілу компонентів на кожен відсоток приводить до економії корму на величину від 1 до 1,4%. Отже покращення рівномірності розподілу компонентів при їх перемішуванні є пріоритетним напрямком у вдосконаленні технологічного процесу змішування. Вирішення цього питання проводяться, як експериментальним шляхом, так і за допомогою теоретичних досліджень визначення параметрів, які забезпечують максимальне підвищення показника рівномірності розподілу компонентів у суміші. При змішуванні компонентів важливо встановити тривалість змішування, яка необхідна для досягнення рівномірності розподілу компонентів в суміші, що встановлена зоотехнічними нормами.

Аналіз останніх досліджень. Питання визначення оптимальної тривалості змішування компонентів кормо сумішок, а саме комбікормів, розкриті в роботах Г.М. Кукти [3, 4], який досліджував закономірності кінетики процесу змішування.

Дослідження кінетики процесу змішування сипких матеріалів [1, 5] вказує, що інтенсивність показника рівномірності розподілу компонентів в суміші монотонно спадає і настає перехід в зону, коли подальше перемішування суттєво не підвищує рівномірності розподілу компонентів в суміші, а лише приводить до непродуктивної витрати часу роботи змішувача, а відповідно, зниження його продуктивності і перевитрати енергії.

Зважаючи на необхідність одержання суміші з показником рівномірності розподілу компонентів, яка відповідає встановленим зоотехнічним вимогам для певного віко-видового виду тварин, виникає потреба визначення оптимальної тривалості змішування.

Мета досліджень. Уточнити кінетику процесу змішування комбікормових сумішей та час змішування необхідний для досягнення рівномірності розподілу компонентів у суміші, яка встановлена зоотехнічними нормами.

Результати досліджень. Приймаючи до уваги існуючі підходи до опису процесу змішування [3] рівняння зміни коефіцієнта варіації v з часом t в диференціальній формі буде мати наступний вигляд:

$$\frac{dv}{d\tau} = -k(v - v_{ep}), \quad (1)$$

де: k – параметр процесу змішування, що характеризує властивості компонентів і технологічні особливості змішувача, с^{-1} ; v – поточне значення коефіцієнта варіації нерівномірності, відн. один.; v_{ep} – граничне значення коефіцієнта варіації нерівномірності, при якій показники змінності суміші досягають нижньої межі і в подальшому не поліпшуються, відн. один.

У випадках коли вихідні компоненти подаються безпосередньо в камеру змішування, початкове значення коефіцієнта варіації слід приймати $v=v_{ep}=1$, а тривалість часу $t=T_0$.

За вказаних умов при інтегруванні рівняння (1) маємо:

$$\ln(v - v_{ep}) - \ln(1 - v_{ep}) = -k\tau; \quad \frac{v - v_{ep}}{1 - v_{ep}} = e^{-k\tau}. \quad (2)$$

В кінцевому вигляді рішення рівняння (1) набуває вигляду:

$$v = v_{ep} + (1 - v_{ep})e^{-k\tau}. \quad (3)$$

При тривалому змішуванні, коли час наближається до безкінечності ($\tau \rightarrow \infty$), коефіцієнт варіації $v=v_{ep}$. Прив'язуючи рівняння (3) до параметра рівномірності розподілу компонентів в суміші, маємо:

$$1 - P = 1 - P_{ep} + (1 - 1 + P_{ep})e^{-k\tau}; \quad P = P_{ep}(1 - e^{-k\tau}). \quad (4)$$

де: P_{ep} – гранична нерівномірність розподілу компонентів в суміші, при якій показники змінності суміші досягають верхньої межі і в подальшому не поліпшуються, відн. один.; P – поточне значення нерівномірності розподілу компонентів в суміші, відн. один.

Розв'язавши рівняння стосовно змінної τ : одержимо:

$$e^{-k\tau} = 1 - \frac{P}{P_{ep}}; \quad -k\tau = \ln\left(1 - \frac{P}{P_{ep}}\right); \quad \tau = -\frac{1}{k} \ln\left(1 - \frac{P}{P_{ep}}\right). \quad (5)$$

Експериментально встановлено, що максимальний рівень рівномірності змішування комбікормових сумішок становить $P_{ep}=0,98$, тоді кінетичне рівняння процесу змішування (4) буде мати вигляд:

$$P = 0,98(1 - e^{-k\tau}). \quad (6)$$

Розрахунок параметра процесу змішування кормосумішок проведемо згідно відомої методики та на основі експериментальних даних за формулою:

$$k = \exp\left(\frac{N^{-1}}{\sum Y - \sum Z}\right), \quad (7)$$

де: N – кількість вимірів; $Y = \ln\left(\frac{1}{1 - \beta}\right)$; $Z = \ln \tau$.

Вихідні дані та розрахунок приведені у табл. 1. Розрахунки показали, що для процесу змішування кормових сумішей швидкість перерозподілу компонентів становить $k=0,017128 \text{ с}^{-1}$.

1. Розрахунок швидкості перерозподілу компонентів при змішуванні кормосумішок.

P , відн. од.	τ , с	P_{ep} , відн. од.	$\beta = PP_{ep}^{-1}$	$(1 - \beta)^{-1}$	$Y = \ln(\ln(1 - \beta)^{-1})$	$Z = \ln \tau$
0,887	60		0,90	1,11	0,85	4,09
0,937	120		0,96	1,26	1,13	4,79
0,952	180		0,97	1,55	1,26	5,19
0,961	240		0,98	2,30	1,36	5,48
0,967	300	0,98	0,99	3,04	1,45	5,70
0,972	360		0,99	5,61	1,55	5,89
0,976	420		1,00	15,67	1,68	6,04
0,978	480		1,00	135,92	1,77	6,17
0,980	540		1,00	1171,48	1,98	6,29

Таким чином, в остаточному вигляді, кінетичне рівняння процесу змішування кормових сумішей буде мати вигляд:

$$P = 0,98(1 - e^{-0,017128\tau}) \quad (9)$$

У графічному вигляді кінетичне рівняння (9) приведено на рис. 1.

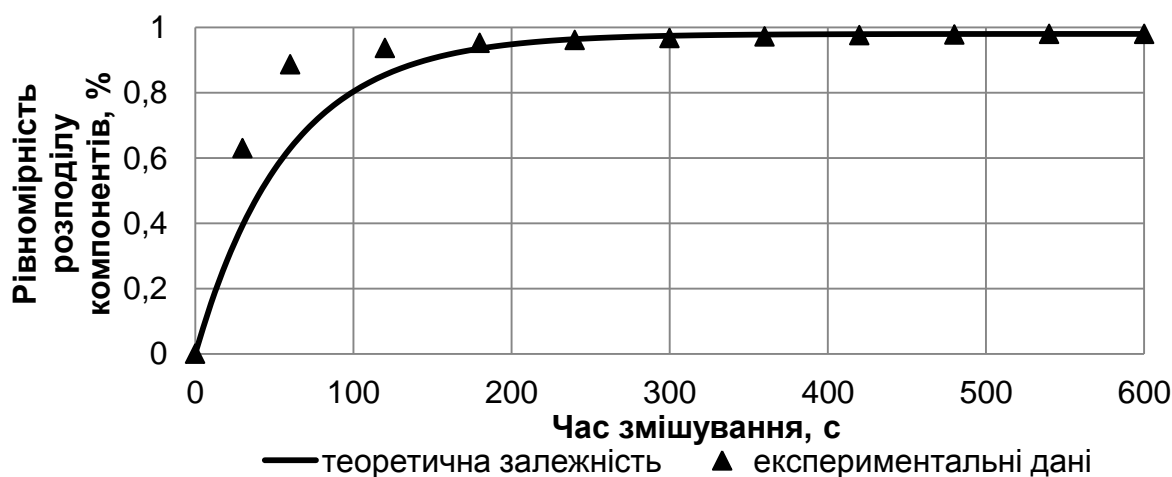


Рис. 1. Кінетика процесу змішування.

Встановлено, що від 0 до 120 секунди швидкість перерозподілу компонентів в суміші значна. У подальшому швидкість покращення рівномірності розподілу компонентів в суміші сповільнюється, а при змішуванні більше 300 с настає її стабілізація.

Необхідний період змішування, при заданому значенні P , що прийняте у відповідності з зоотехнічними нормами визначає наступна функціональна залежність:

$$\tau = -\frac{1}{0,017128} \ln\left(1 - \frac{P}{0,98}\right) \quad (11)$$

Висновок. На основі встановлення максимального рівня рівномірності змішування комбікормових сумішок та швидкості пере-

розподілу компонентів кормових сумішей з використанням барабанного змішувача з регульованою віссю обертання, розроблена кінетична модель процесу змішування може бути використана для визначення часу змішування сухих кормових сумішей.

Список літератури

1. Батунер Л.М. Математические методы в химической технике / Л.М. Батунер, М.И. Позин. – Л.: Химия, 1968. – 417 с.
2. Єгоров Б.В. Технологія виробництва преміксів / Б.В. Єгоров, О.І. Шаповаленко, А.В. Макаринська. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 288 с.
3. Кукта Г.М. Оптимальная продолжительность смешивания компонентов комбикормов / Г.М. Кукта, А.И. Голосов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1971. – №11. – С. 74–82.
4. Кукта Г.М. Оценка процесса смешивания кормов / Г.М. Кукта, А.И. Голосов, А.Ш. Финкельштейн // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1969. – №2. – С. 41–54.
5. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю.И. Макаров. – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.

Приведены исследования кинетики процесса получения комбикормовых смесей с целью получения равномерности распределения компонентов в смеси, установленной зоотехническими нормами.

Смешивание, равномерность, кинетика, комбикорм, смесь.

Researches of kinetics of process of receiving formula-feed mixes for purpose of obtaining uniformity of distribution of components are given in the mix established by zootechnical norms.

Mixing, uniformity, kinetics, compound feed, mix.

УДК 637.125.65:621.757.007.52

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРИВАЛОСТІ НАПОВНЕННЯ ПОВІТРЯМ СИСТЕМИ „ДОЇЛЬНИЙ СТАКАН – ПУЛЬСАТОР”

***В.В. Адамчук, доктор технічних наук, академік НААН
Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”***

***І.В. Дмитрів, В.Т. Дмитрів, кандидати технічних наук
Львівський національний аграрний університет***

© В.В. Адамчук, І.В. Дмитрів, В.Т. Дмитрів, 2015