

БАРАБАННАЯ СУШИЛКА С ИНФРАКРАСНЫМ ИСТОЧНИКОМ ТЕПЛА

Юнин В.А., Зыков А.В.

Ключевые слова: барабанная сушилка, источник тепла, инфракрасное излучение, способ сушки.

Аннотация. В статье приведены преимущества инфракрасного способа сушки растительных материалов и предложена барабанная сушилка с ИК излучением. В ходе анализа литературных источников определены управляемые факторы оказывают наиболее существенное влияние на качество технологического процесса сушки. По результатам эксперимента определены оптимальные параметры для некоторых видов травяных смесей влажностью 75% - 85% на входе в сушилку; скорость воздуха $V=3$ м/с в сушилке; температура растительной массы не более 56°C на выходе из сушилки и удельная загрузка сушильной камеры до 3 кг/мин.

DRUM DRYER WITH INFRARED HEAT SOURCE

Yunin V.A., Zykov A.V.

Keywords: drum dryer, heat source, infrared radiation, drying method, dryer device.

Abstract. The article describes the advantages of the infrared method of drying plant materials and offers a drum dryer with IR radiation. In the course of the analysis of literary sources, controlled factors were determined that have the most significant effect on the quality of the drying process. According to the results of the experiment, the optimal parameters were determined for some types of herbal mixtures with a humidity of 75% - 85% at the inlet to the dryer; air velocity V 5 m / s in the dryer; the temperature of the crop is not more than 58°C at the outlet of the dryer and the specific load of the drying chamber is up to 3 kg / min.

В последних десятилетиях XX века широкое применение находила высокотемпературная сушка травы в барабанных сушилках с целью получения высококачественного витаминного корма в виде травяной муки, травяной резки и др. Из-за высоких энергозатрат, большой потери витаминов и загрязнения полученного корма продуктами горения данные технологии не используются в настоящее время.

Применение инфракрасных источников тепла для сушки растительных материалов, позволяет сохранить полезных вещества, витамины (кроме витамина С) и получить качественный материал с отличными органолептическими и вкусовыми качествами. Главным достоинством процесса сушки с инфракрасным источником тепла является более высокая скорость удаления влаги в сравнении с конвективной сушкой. Такое преимущество обеспечивается действием потока излучаемой тепловой энергии, которая проникает на некоторую глубину в капиллярно-пористые продукты (около 0,1...3,0мм). Одновременно с этим происходит уничтожение нежелательных микроорганизмов с поверхности продуктов, позволяя продлить срок хранения.

Благодаря преломлению и отражению от стенок сушилки лучей инфракрасное излучение поглощается практически полностью объектом

сушки. В данном случае коэффициент теплообмена получается довольно большим. Таким образом, на единицу поверхности высушиваемого продукта за единицу времени передается значительное количество тепла. Данное преимущество позволяет значительно ускорить процесс сушки.

Результаты аналитических исследований послужили основой для создания экспериментального образца барабанной сушилки с инфракрасным источником излучения, использование которой снижает энергозатраты на сушку примерно в 2 раза по сравнению с конвейерной сушилкой, оснащенной электронагревателями.

Поисковые исследования проводились с использованием статических методов планирования многофакторного эксперимента. На основании аналитических исследований для экспериментальной установки были выбраны следующие управляемые факторы (таблица 1): подача материала V_m (кг/мин); расход воздуха V_g (м³/ч); температура теплоагента (°C).

Табл. 1 Управляемые факторы в процессе эксперимента

Факторы	Уровни варьирования		
	-1	0	+1
Подача материала V_m (кг/мин)	1	2	3
Расход воздуха V_g (м ³ /ч)	100	150	200
Температура теплоагента (°C)	30	50	50

Выбранные факторы, оказывают наиболее существенное влияние на качество технологического процесса инфракрасной сушки измельченного растительного сырья и работу барабанной установки с инфракрасным источником тепла не ухудшая качество получаемого продукта.

При создании экспериментальной установки (рисунок 1) для исследования теплофизических характеристик материалов учитывали следующие требования, необходимые для проведения эксперимента: - возможность замены источников излучения: ТЭНов 800 W 230V Delux, ИК излучателей ИКЗ-250; возможность установки и смены испытываемых образцов; возможность выставления геометрической оси излучателя перпендикулярно плоскости образца; - возможность установки зазоров между излучателем и материалом от 100 до 500 мм, путем перестановки рампы излучателей вниз и вверх относительно барабана.



Рис. 1. Экспериментальная барабанная сушилка с ИК источниками тепла

Преимуществом данной сушилки является то, что барабан является активным органом, растительная масса постоянно перемешивается, тем самым ИК-излучению подвергается не только верхний слой, а вся масса.

В настоящее время недостаточно внимания уделяется проектированию новых конструктивно-технологических схем сушильных аппаратов с вращающимся барабаном и разнообразие конструкций известных сушилок, даже для одного и того же вида материала, свидетельствует о том, что, с одной стороны, можно осуществить выбор того или иного типа сушилки в зависимости от объемов производства высушенного материала, а с другой, что многие технические решения еще далеки от совершенства с позиций гибкости по видам обрабатываемого материала, энергосбережения и материалоемкости, удобства обслуживания и рациональности конструкции.

По результатам поискового эксперимента определены оптимальные параметры для некоторых видов травяных смесей влажностью 75% - 85% на входе в сушилку; скорость воздуха $V=3$ м/с в сушилке; температура растительной массы не более 58°C на выходе из сушилки и удельная загрузка сушильной камеры до 3 кг/мин.

В дальнейшем необходимо продолжить исследование для других видов растительного сырья с построением математических моделей процессов сушки для бобовых и злаковых трав, определение оптимальных параметров сушилки и показателей инфракрасной сушки трав обеспечивающей высокое содержание усвояемой животными энергии корма с сохранением витаминов, разработка системы автоматического управления процессом сушки в барабанной сушилке с инфракрасными источниками тепла.

Таким образом, инфракрасная сушка является эффективным приемом сушки травы для получения витаминных кормовых добавок, которые обеспечивают снижение стоимости сбалансированных кормовых рационов для высокопродуктивных животных за счет снижения энергетических затрат на удаление влаги из травы и сохранение биологически активных ингредиентов в высушенной траве.

Список литературы

1. Зыков А.В., Юнин В.А., Захаров А.М. Технологические особенности искусственной сушки трав // *Journal of Advanced Research in Technical Science*. 2019. Т. 2, № 14. С. 167-169. DOI: 10.26160/2474-5901-2019-14-167-169
2. Зыков А.В. Теоретические предпосылки к разработке и изготовлению высокотемпературной сушилки с инфракрасным излучением // *Journal of Advanced Research in Technical Science*. 2019. № 15. С. 126-129. DOI: 10.26160/2474-5901-2019-15-126-129
3. Кузнецов Н.Н. Исследование процесса удаления влаги при приготовлении кормов из трав // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2019. № 3 (55). С. 380-388.

References

1. Zykov A.V., Yunin V.A., Zakharov A.M. Technological features of artificial drying of herbs // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2019. Vol. 2. No. 14. P. 167-169. DOI: 10.26160/2474-5901-2019-14-167-169
2. Zykov A.V. Theoretical background to the development and manufacture of a high-temperature dryer with infrared radiation // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2019. No 15. P. 126-129. DOI: 10.26160/2474-5901-2019-15-126-129
3. Kuznetsov N.N. Investigation of the process of moisture removal in the preparation of feed from herbs // Bulletin of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. 2019. No 3 (55). P. 380-388.

Зыков Андрей Владимирович – научный сотрудник, zav35@list.ru	Zykov Andrey Vladimirovich – researcher, zav35@list.ru
Юнин Вячеслав Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, vim_iaep@mail.ru	Yunin Vyacheslav Aleksandrovich – candidate of technical sciences, senior researcher, vim_iaep@mail.ru
Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиал ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург, Россия	Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) branch of FSAC VIM, Saint Petersburg, Russia

Received 24.04.2020