УДК 631.362.6

DOI: 10.31563/1684-7628-2018-47-3-100-103

Ш.Ф. Файзрахманов, И.Х. Масалимов

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ НАГРЕВА СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В СВЧ-СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЕ

Ключевые слова: динамика нагрева семян; сушка масличных культур; СВЧ-сушка.

Введение. В последние годы масличные культуры, как кормовые и технические, приобретают все большую значимость. Шрот, жмых и зеленая масса масличных культур являются ценным кормом с высоким содержанием белка. Посевы масличных культур позволяют повысить плодородие почвы, снизить ее засоренность, а также обогащают почву необходимыми элемен-

тами. Кроме этого, данные культуры являются источником пищевого и технического масла высокого качества, которые применяются в различных отраслях, в том числе для производства биотоплива [4, 5, 6, 7].

Цель исследований – определить рациональные параметры сушки семян масличных культур на примере рапса и подсолнечника

электромагнитным излучением СВЧ-диапазона в лабораторных условиях.

Объект и методика исследований. Технологический процесс сушки семян масличных культур электромагнитным излучением СВЧ-диапазона.

Результаты исследований. Исследования динамики нагрева семян в СВЧ-сушильной камере показали, что основными параметрами, влияющими на динамику нагрева семян рапса при СВЧ-сушке, являются исходная влажность семян и мощность СВЧ. С повышением подводимой мощности СВЧ интенсивность повышения температуры увеличивается. Чем ниже исходная влажность семян, тем ниже скорость повышения температуры. Графики динамики нагрева семян рапса с различной исходной влажностью в зависимости от мощности СВЧ приведены на рисунке 1.

Данные лабораторных исследований, полученные при сушке семян подсолнечника, представлены на рисунках 2 и 3. Показатели снимались с интервалом в 1 секунду. Графики отра-

жают динамику нагрева семян подсолнечника при воздействии на них СВЧ-излучением различной мощности. Скорость повышения температуры семян подсолнечника при СВЧ-обработке значительно зависит от начальной влажности. Так как при воздействии СВЧ-излучения энергия поглощается влагой, находящейся внутри обрабатываемого продукта, то количество поглощенной энергии зависит от количества этой влаги. Это находит подтверждение в трудах других авторов [1–3]. Наивысшая скорость повышения температуры наблюдается в диапазоне 50–70 °С.

Полученные результаты позволяют утверждать, что начальная влажность является одним из основных факторов, влияющих на скорость повышения температуры. Так, при анализе графика (рисунок 1) было определено, что при времени нагрева в 30 с расхождение температур между зерном влажностью 11 и 22 % было равно 4 °С, далее при 60 с – 12 °С. При дальнейшем нагреве расхождение увеличивается, что подтверждает вышесказанное.

Рисунок 1

Динамика нагрева семян рапса с различной исходной влажностью при мощности СВЧ: а – $P = 850$ Вт; б – $P = 470$ Вт

Рисунок 2

Динамика нагрева семян подсолнечника с различной начальной влажностью при $P = 800$ Вт

При уменьшении мощности СВЧ-излучения максимальная температура нагрева также снижается. При мощности в 400 Вт рост темпера-

туры не так высок, интенсивность снижается при 57–60 °С. При проведении опытов с другими мощностями в 200, 600 и 800 Вт графики

имели похожий вид, за исключением температуры нагрева.

По данным, приведенным на рисунке 4, можно определить, что при подводимой мощности в 800 Вт рост температуры ощутимо выше, что говорит о существенной зависимости ее от

мощности СВЧ-излучения. С увеличением мощности электромагнитного излучения рост температуры также высок. Таким образом, определено, что мощность СВЧ-излучения является одним из управляющих факторов, влияющих на сушку [1–3].

Рисунок 3

Динамика нагрева семян подсолнечника с различной начальной влажностью при $P = 400$ Вт

Рисунок 4

Изменение температуры семян подсолнечника при различной мощности СВЧ-излучения ($W_n = 30\%$)

Вывод. Исследование динамики нагрева семян рапса и подсолнечника при СВЧ-нагреве показало, что основными параметрами, влияющими на динамику нагрева семян, являются начальная влажность и мощность СВЧ-излучения. При высокой начальной влажности и уве-

личении мощности СВЧ-излучения происходит повышение температуры нагрева. Определен рациональный режим сушки при исходной влажности семян 13...25 %: мощность СВЧ $P = 600$ Вт, температура нагрева семян $50\text{ }^\circ\text{C}$, время экспозиции СВЧ-нагрева – 20 мин.

Библиографический список

1. Ганеев, И.Р. Исследование режимов сушки семян подсолнечника в СВЧ-установке непрерывного действия [Текст] / И.Р. Ганеев, Х.Т. Каримов, И.Х. Масалимов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (42). С. 67–71.
2. Масалимов, И.Х. Обоснование скорости воздушного потока в сушильной установке непрерывного действия [Текст] / И.Х. Масалимов, В.Н. Пермьяков, Ш.Ф. Файзрахманов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (26). С. 98–101.

3. Файзрахманов, Ш.Ф. Разработка конвейерной СВЧ-установки для сушки семян подсолнечника с обоснованием ее параметров и режимов работы [Текст]: автореф. дис. ... канд. тех. наук / Ш.Ф. Файзрахманов. 2015. 16 с.
4. Darvishi M., Hadi Khoshtaghaza, G. Najafi, M. Zarein, 2013. Characteristics of sunflower seed drying and microwave energy consumption. International Agrophysics, 2: 127–132.
5. Mustafayev S.K., Smychagin E.O. The influence of microwave heating of freshly harvested

sunflower seeds before convective drying on output and quality of oil. Scientific Journal of Kuban State Agrarian University, no 97(03), 2014.

6. Хасанов, Э.Р. Влияние режимов обработки токами СВЧ на обеззараживание и стимуляцию прорастания семян с последующей инкрустацией [Текст] / Э.Р. Хасанов // Вестник

Башкирского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (35). С. 77–81.

7. Мударисов, С.Г. Моделирование технологического процесса работы пневматических систем сельскохозяйственных машин [Текст] / С.Г. Мударисов, И.Д. Бадретдинов // САПР и графика. 2011. № 7 (177). С. 87–88.

Сведения об авторах

1. **Файзрахманов Шамиль Филаридович**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры механики и инженерной графики, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: hurmf@yandex.ru.

2. **Масалимов Ильгам Хамболович**, кандидат технических наук, доцент кафедры механики и инженерной графики, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: mas_ilgam@mail.ru.

Проведены исследования по определению динамики нагрева семян масличных культур на примере рапса и подсолнечника. Выявлены основные параметры, влияющие на процесс сушки. Определен рациональный режим сушки

для семян различной начальной влажности. Установлено, что мощность СВЧ-излучения, начальная влажность и время нагрева существенно влияют на процесс сушки.

Sh. Fayzrakhmanov, I. Masalimov

COMPARATIVE RESULTS OF HEATING OF OIL CROP SEEDS IN THE MICROWAVE DRYING CHAMBER

Key words: dynamics of seed heating; drying of oil crop seeds; microwave drying.

Authors' personal details

1. **Fayzrakhmanov Shamil**, Candidate of technical sciences, senior lecturer of the Mechanics and Engineering Graphics department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa, 50-letia Octiabria, 34, e-mail: hurmf@yandex.ru.

2. **Masalimov Ilgam**, Candidate of technical sciences, associate professor of the Mechanics and Engineering Graphics department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa, 50-letia Octiabria, 34, e-mail: mas_ilgam@mail.ru.

The paper presents studies on dynamics of heating of oil crop seeds in terms of rapeseed and sunflower. The main parameters that influence the drying process are identified. A rational drying regime

for seeds of different initial humidity is determined. It is found that the microwave power, initial humidity and heating time significantly affect the drying process.

© Файзрахманов Ш.Ф., Масалимов И.Х.