

УДК 633.12: 543.226

Профессор С.Т. Антипов, доцент А.В. Журавлев,
соискатель А.В. Бородкина,

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств,
тел. (473) 255-55-57

ведущий специалист А.Ю. Баранов
(ООО «Аскон – Воронеж»)

Исследование форм связи влаги семян гречихи методом термического анализа

Проведен термический анализ семян гречихи. Определены формы связи влаги в продукте и температурные интервалы ее удаления.

Thermal analysis of buckwheat seeds was carried out. Identified forms of moisture binding in product and temperature intervals of its removal.

Ключевые слова: термический анализ, гречиха, формы связи влаги.

Среди крупяных культур гречиха занимает особое место. Благодаря высокой пищевой и биологической ценности, продукты, вырабатываемые из гречихи, широко используются не только в общественном, но и в детском и диетическом питании. Убирают семена гречихи в конце августа – начале сентября.

Наиболее широкое применение гречиха находит в виде крупы. В значительно меньшей степени используются продукты быстрого приготовления из семян гречихи – хлопья, а также мука.

Сушка семян гречихи является одной из важнейших стадий подготовки данного сырья к последующему процессу его переработки. От режима сушки зависят пищевая ценность и качественные показатели готовой продукции, являющиеся результатом структурно-механических, биологических и физико-механических преобразований веществ. Технологические режимы сушки семян гречихи зависят от содержания в них воды и оказывают существенное влияние на изменение углеводов, денатурацию белка, окисления липидов, изменения витаминов и органических кислот. Для качественной реализации процесса необходимо изучить характер связи влаги с определением участков, на которых осуществляется преобразование веществ при повышении температуры. Это может существенно облегчить задачу выбора рациональных режимов сушки.

Исследование закономерностей теплового воздействия на гречиху осуществляли методом термического анализа [3, 5] на комплексном термоанализаторе TGA-DSC фирмы Mettler-Toledo в атмосфере воздуха с постоянной скоростью нагрева 3К/мин до 1273 К.

Исследования осуществляли в алюминиевых тиглях с общей массой навески – 6,6578 мг. Применяемые для количественной обработки методом неизотермической кинетики термоаналитические кривые одновременно регистрируют изменения массы образца, скорости изменения температуры или энтальпии и изменения массы (кривые TGA, DTA и DTG).

В процессе теплового воздействия продукт претерпевает значительные физико-химические изменения, в результате которых высвобождается вода, содержащаяся в продукте и определяющая характер происходящих внутри него преобразований вещества. За счет испарения влаги и разложения сахаров, клетчатки и других органических соединений масса продукта снижается [5].

Количественную оценку форм связи влаги в продукте осуществляли по экспериментальным зависимостям изменения массы образца TGA, скорости изменения температуры DTA и скорости изменения массы DTG (рисунок 1), полученным методом термогравиметрии.

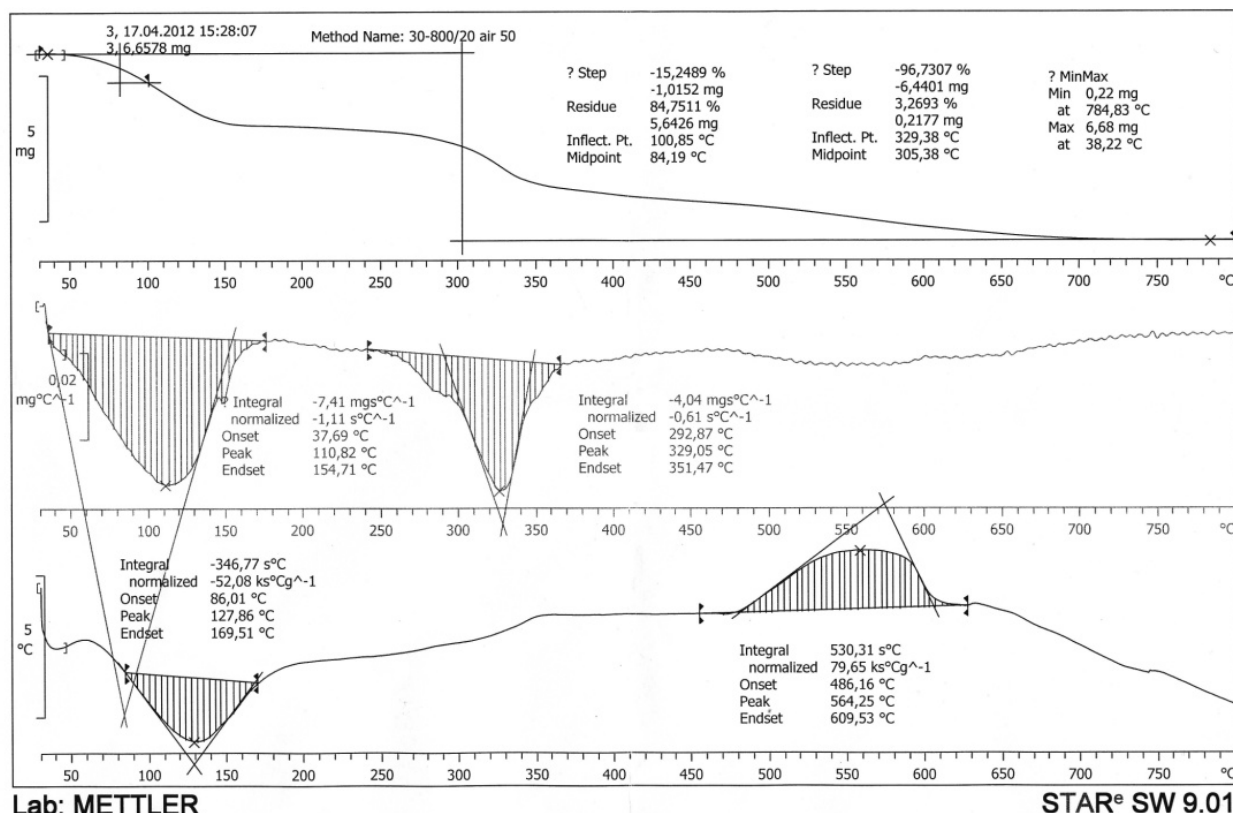


Рисунок 1 - Экспериментальные зависимости изменения массы образца гречихи TGA, скорости изменения температуры DTA и скорости изменения массы DTG

В процессе нагрева наблюдается уменьшение массы образца (кривая TGA), связанное с потерей влаги. Зависимость скорости изменения температуры DTA характеризуется значительным эндотермическим эффектом с начала нагрева до температуры 443 К (таблица 1). Максимальная скорость влагоотделения достигается при температуре 383 К.

Т а б л и ц а 1

Кинетические температурные характеристики процесса нагрева семян гречихи

Кинетические характеристики процесса	Значение параметра
Температура начала эндотермического процесса, К	360
Температура окончания эндотермического процесса, К	443

Полученная зависимость степени превращения вещества от температуры T (рисунок 2) имеет вид, отражающий сложный характер взаимодействия воды и сухих веществ семян гречихи, и предполагает разную скорость дегидратации.

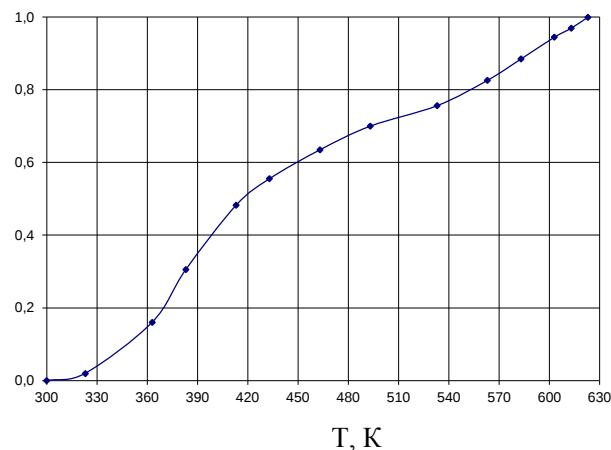


Рисунок 2 - Зависимость степени превращения α вещества от температуры T исследуемых семян гречихи при нагревании со скоростью подъема температуры 3 К/мин

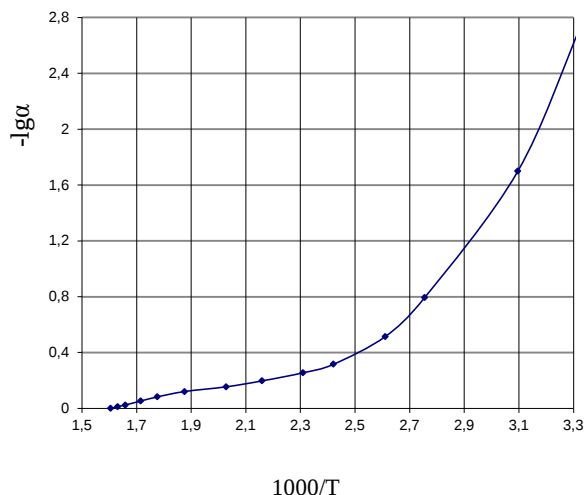


Рисунок 3 - Зависимость $-lga$ от величины $1000/T$ исследуемых семян гречихи при нагревании со скоростью подъема температуры 3 К/мин

При температуре 303-323 К (рисунок 3) происходит нагрев и удаление физико-механически связанной влаги (капиллярной влаги), имеющей невысокую энергию связи с продуктом. Высвобождается вода, образующая ажурную сетку из ассоциатов молекул воды, связанных между собой водородными связями. При этом десорбция капиллярной воды характеризуется более низкими величинами энергии активации по сравнению с водой, высвобождающейся на второй и третьей стадий процесса [1, 3]. При температурах 323...382 К (рис. 3) осуществляется десорбция осмотической влаги гречихи. Интервал 382...488 К (рис. 3) характеризуется удалением адсорбционной влаги. При дальнейшем повышении температуры начинается удаление химически связанной влаги, которая образует несколько последующих слоев молекул, более прочно связанных с продуктом, но в процессе сушки оно не происходит, поскольку температура продукта не выходит за пределы рассмотренных интервалов.

На кривой отчетливо видно 4 линейных участка для исследуемого продукта, что свидетельствует о ступенчатом выделении воды или продуктов реакции.

Анализ полученных данных позволил выделить три периода дегидратации воды при термическом воздействии на семена гречихи, а также выявить температурные зоны, соответствующие высвобождению влаги с различной

формой и энергией связи. Это позволит в дальнейшем разработать режимы сушки, позволяющие получить продукт высокого качества при минимальных энергозатратах.

ЛИТЕРАТУРА

1 Антипов, С. Т. Способ сушки семян гречихи в активном гидродинамическом режиме [Текст] / С. Т. Антипов, А. В. Журавлев, А. Ю. Баранов // Материалы XLIX отчетной научной конференции за 2010 год: 3 ч. – Воронеж, 2011. – Ч. 2. – С. 24.

2 Котова, Д. Л. Термический анализ ионообменных материалов [Текст] / Д. Л. Котова, В. Ф. Селеменев. – М.: Наука, 2002. – 156 с.

3 Антипов, С. Т. Исследование форм связи влаги в семенах амаранта сорта Ультра методом дифференциально-термического анализа [Текст] / С. Т. Антипов, А. В. Журавлев, И. В. Кузнецова и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 8. – С. 14.

4 Нечаев, А. П. Пищевая химия [Текст] / А. П. Нечаев. – СПб.: Гиорд, 2001. – 581 с.

5 Уэндландт, У. Термические методы анализа [Текст] / У. Уэндландт. – М.: Мир, 1978. – 526 с.

REFERENCES

1 Antipov, S. T. The method of drying buckwheat seeds in the active hydrodynamic regime [Text] / S. T. Antipov, A. V. Zhuravlev, A. Y. Baranov // Proceedings of the XLIX reporting scientific conference in 2010: 3 p. - Voronezh, 2011. - Part 2. - P. 24.

2 Kotova, D. L. Thermal analysis of ion-exchange materials [Text] / D. L. Kotova, V. F. Selemenov. – M.: Nauka, 2002. – 156 p.

3 Antipov, S. T. Investigation forms of moisture binding in the seeds of amaranth varieties Ultra by differential thermal analysis [Text] / S. T. Antipov, A. V. Zhuravlev, I. V. Kuznetsova et al // Storage and processing agricultural raw materials. - 2010. - № 8. - P. 14.

4 Nechaev, A. P. Food chemistry [Text] / A. P. Nechaev. - St. P.: Giord, 2001. - 581 p.

5 Uendlandt, W. Thermal methods of analysis [Text] / W. Uendlandt. – M.: Mir, 1978. – 526 p.