

Аспирант Д.С. Кочанов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, макаронного, кондитерского и зерноперерабатывающего производств, тел. (473) 255-38-51

Анализ изменения температуры и влажности зерна в процессе его микронизации

Исследовано изменение температуры и влажности зерна в процессе его микронизации. Установлен характер влияния выбранных режимов ИК-обработки зерна на степень декстринизации крахмала ячменя и пшеницы.

The change in temperature and humidity in the process of grain micronization is investigated. The nature of the influence of the selected modes IR grain handling on the degree of dextrinization barley and wheat starch is identified.

Ключевые слова: микронизация, зерно, кинетика, декстринизация, крахмал.

Процесс термообработки при микронизации зерна определяется влиянием на него параметров, определяющих режим термообработки; параметров, определяющих состояние и качество нагреваемого продукта и конструктивных параметров [1].

Критерием оценки процесса ИК-нагрева служили влажность и степень декстринизации крахмала обрабатываемого зерна [2].

На рисунке 1 показано изменение влажности и температуры нагрева исходного зерна в зависимости от длительности обработки, а на рисунке 2 – изменение температуры и влажности обработанного зерна в зависимости от производительности микронизатора.

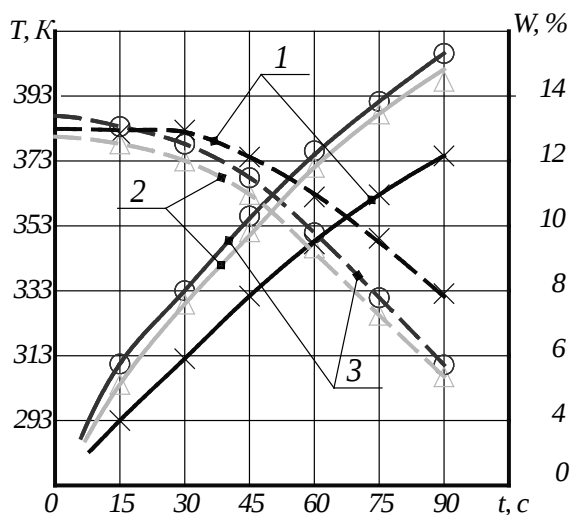


Рисунок 1 - Изменение температуры и влажности зерна от продолжительности термообработки: 1 – шелушенный ячмень ($W = 13,2\%$); 2 – пшеница ($W = 12,7\%$); 3 – кукуруза ($W = 12,4\%$);

————— – термограммы;
----- – кривые сушки

Анализ кинетических зависимостей показывает, что процесс термообработки зерна ИК-лучами протекает в два периода.

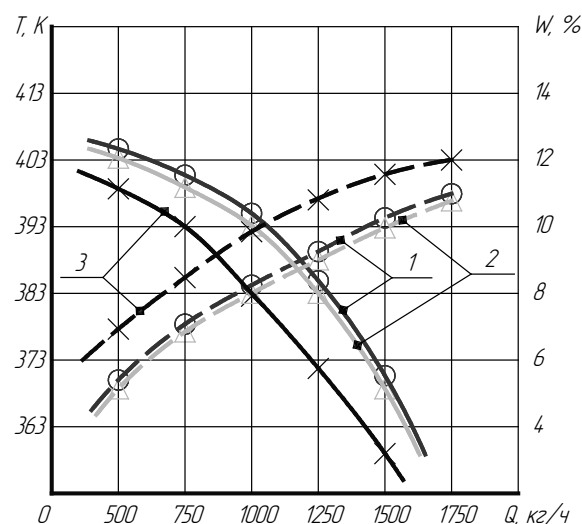


Рисунок 2 - Изменение температуры и влажности обработанного зерна от производительности микронизатора: 1 – шелушенный ячмень ($W = 13,2\%$); 2 – пшеница ($W = 12,7\%$); 3 – кукуруза ($W = 13,4\%$);

————— – термограммы;
----- – кривые сушки

Начальный этап процесса обработки характеризуется небольшим снижением влажности и увеличением скорости влагоотдачи. При значительной интенсивности излучения и, как правило, малой толщине слоя зерна на вибрирующей платформе микронизатора начальная стадия прогрева продукта непродолжительна и протекает в течение 10-15 с. В дальнейшем, когда температура зерна повышается до 333 К и выше, наблюдается интенсивное испарение влаги, что в силу небольшой термовлагопро-

водности зерна приводит к образованию внутри зерновки значительных градиентов влажности и температуры. Это вызывает образование микротрещин, что нарушает микроструктуру нагреваемого продукта, в частности, крахмальных гранул. В этот период наблюдается линейная зависимость между влажностью и длительностью термообработки, т. е. наступает период постоянной скорости испарения влаги.

При нагреве зерна свыше 373 К оно вспучивается, становится пластичным. В таком состоянии оно наиболее эффективно плющится. Однако для различных зерновых культур длительность нагрева до 373 К различна. Если для ячменя и пшеницы она составляет 55-60 с, то для кукурузы время нагрева возрастает до 80 с. Вызвано это большими размерами зерновок кукурузы. В то же время влажность кукурузы при данном значении температуры практически соответствует влажности ячменя и пшеницы.

Дальнейший нагрев зерна приводит к его растрескиванию и интенсивному испарению влаги. При уменьшении влажности ниже 8 %, когда температура зерна достигает 388-393 К, продукт приобретает хрупкую структуру и при плющении крошится, что сказывается как на самом эффекте плющения, так и на товарном виде продукции. Кроме этого, снижение влагосодержания приводит к убыли массы зерна и, соответственно, к удорожанию данного способа обработки.

Поэтому в дальнейших исследованиях влажность обрабатываемого зерна ограничили до 8 %.

График показывает (рисунок 3), что с увеличением влажности зерна, увлажненного водой, длительность процесса ИК-нагрева увеличивается. Так, если при нагреве ячменя с исходной влажностью 13,2 % до температуры 388-393 К длительность облучения составляла 75 с, то для увлажненного ячменя влажностью 18-19 % при нагреве до такой же температуры время воздействия терморadiации увеличилось до 100 с.

Предварительное пропаривание зерна незначительно увеличивает длительность термообработки по отношению к зерну с исходной влажностью. Объясняется это тем, что температура пропаренного зерна перед микронизатором составляет уже 343-363 К и поэтому на прогрев зерна требуется меньшее количество тепловой энергии.

На процесс микронизации оказывают влияние три режима обработки зерна: увлажнение водой с последующим отволаживанием;

пропаривание; совместное увлажнение и пропаривание зерна. Влажность зерна в опытах изменялась от 12 до 25 %.

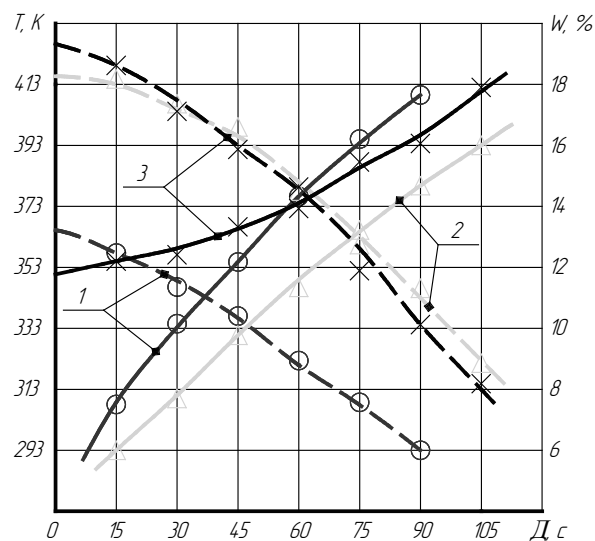


Рисунок 3 - Изменение температуры и влажности ячменя от продолжительности термообработки:

1 — шелушенный ячмень исходной влажности ($W = 13,2 \%$); 2 — увлажненный ячмень ($W = 18,2 \%$); 3 — пропаренный ячмень ($W = 19,4 \%$);

————— — термограммы;
----- — кривые сушки

Анализируя полученные данные (рисунок 4) и сопоставляя их с предельно допустимым значением влажности, можно заключить, что оптимальная производительность микронизатора при обработке зерна исходной влажностью составляет 900-1000 т/ч. При этом степень декстринизации крахмала ячменя и пшеницы 9-10 %, кукурузы — 12-13 %.

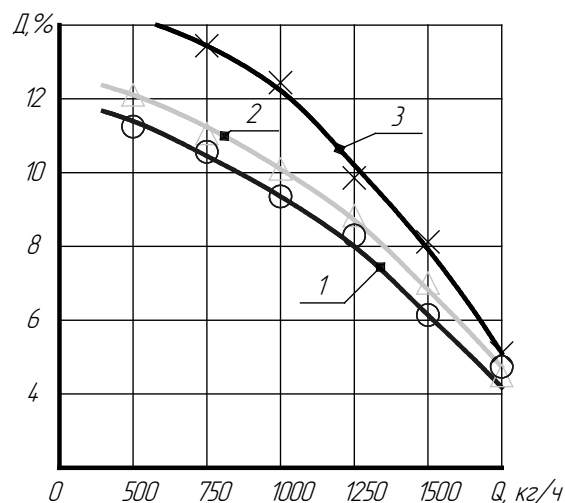


Рисунок 4 - Изменение степени декстринизации крахмала зерна от производительности микронизатора:

1 — шелушенный ячмень ($W = 13,2 \%$); 2 — пшеница ($W = 12,7 \%$); 3 — кукуруза ($W = 13,4 \%$)

Повышение содержания влаги в зерне оказывает влияние на деструкцию крахмала зерна в процессе микронизации. Установлено, что степень декстринизации зерна с увеличением влажности до 19 % растет интенсивно и достигает для ячменя и пшеницы 24-27 % (рис. 5, 6). При этом производительность микронизатора и температура нагрева зерна составили 800-900 кг/ч и 388-393 К соответственно. Увлажнение зерна выше 19 % не оказывает заметного воздействия на деструкцию крахмала.

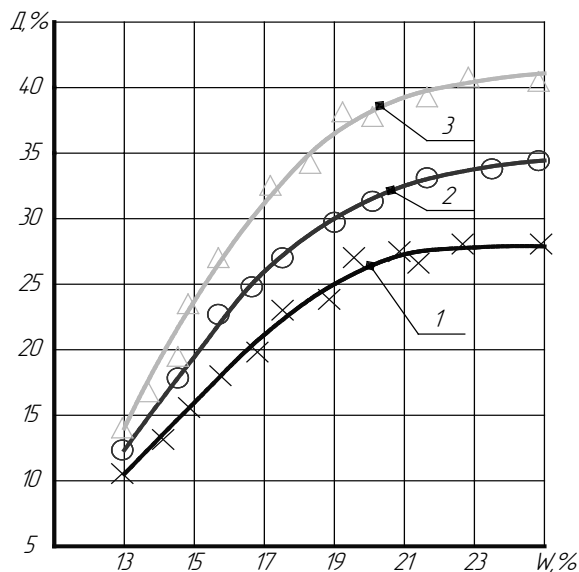


Рисунок 5 – Влияние влажности зерна ячменя на изменение степени декстринизации крахмала: 1 – увлажненное зерно; 2 – увлажненное и пропаренное зерно; 3 – пропаренное зерно

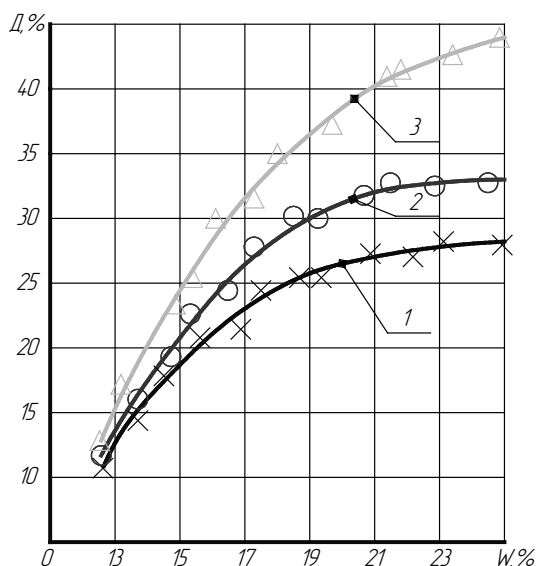


Рисунок 6 – Влияние влажности пшеницы на изменение степени декстринизации крахмала: 1 – увлажненное зерно; 2 – увлажненное и пропаренное зерно; 3 – пропаренное зерно

Определено (рисунок 7), что увлажнение кукурузы до 19 % является оптимальным режимом. Степень декстринизации крахмала микронизированной кукурузы с этой влажностью достигает более 30 %, что на 8-10 % выше, чем в ячмене и пшенице. Однако, при термообработке кукурузы производительность микронизатора на 150-200 кг/ч ниже по отношению к производительности, полученной в процессе микронизации ячменя и пшеницы.

Показано (рисунки 5-7), что пропаривание зерна значительно интенсифицирует процесс деструкции крахмала микронизированного зерна. Так, если в микронизированном ячмене и пшенице с исходной влажностью 12-13 % степень декстринизации составляла 8-10 %, то в этом зерне, прошедшем предварительное пропаривание до влажности 19-20 % и микронизацию, данный показатель увеличился до 35-40 %, т.е. в 2,5 раза. В обработанной кукурузе степень декстринизации повышается до 50 % или в 3,4 раза.

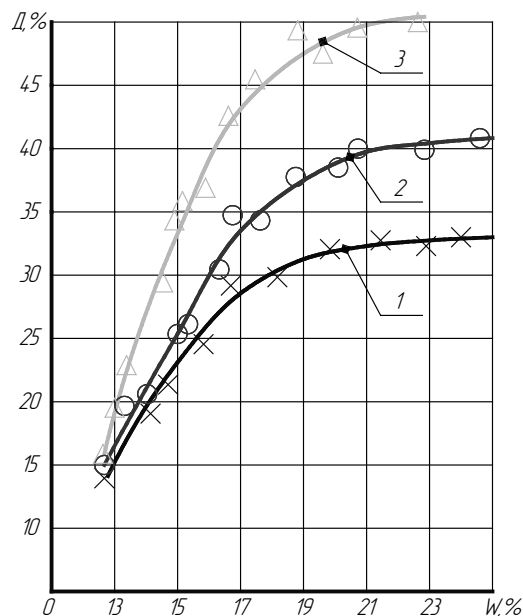


Рисунок 7 – Влияние влажности кукурузы на изменение степени декстринизации крахмала: 1 – увлажненное зерно; 2 – увлажненное и пропаренное зерно; 3 – пропаренное зерно

Достигается данный показатель качества ячменя и пшеницы при температуре нагрева зерна – 388-393 К, продолжительности обработки – 85-90 с, производительности микронизатора – 900-1000 кг/ч.

Для кукурузы эти показатели соответственно равны: 388-393 К; 100-105 С, 700-800 кг/ч. Наряду с этим следует отметить, что пропаривается ячмень и пшеница до

влажности 19 % в течение 10-12 мин, кукуруза – 15-16 мин. В зерне, прошедшем предварительное увлажнение и пропаривание, степень декстринизации крахмала была ниже, чем в пропаренном зерне и всего на 2-3 % была выше, чем в увлажненном.

На основании изучения ИК-нагрева и предварительной влаготепловой обработки можно отметить, что наиболее эффективно проходит процесс микронизации пропаренного зерна до влажности 19 % с последующей термообработкой в течение 90-95 с до температуры 388-393 К. Исследуя влияние производительности микронизатора на качество зерна, прошедшего предварительную влагообработку, следует отметить, что с уменьшением производительности степень декстринизации крахмала повышается (рисунок 8).

Однако одновременно происходит интенсивное снижение влажности микронизированного зерна, а это приводит к убыли массы зерна. Наряду с этим, при влажности ниже 8 % микронизированное зерно теряет пластические свойства и в процессе плющения измельчается.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зверев, С.В. Высокотемпературная микронизация в производстве зернопродуктов [Текст] / С.В. Зверев.- М.: ДеЛи принт, 2009. - 221 с.
- 2 Елькин, Н. Инфракрасные технологии для обработки зерна [Текст] / Н. Елькин, В. Кирдяшкин //Комбикорма. – 2006. – № 6.

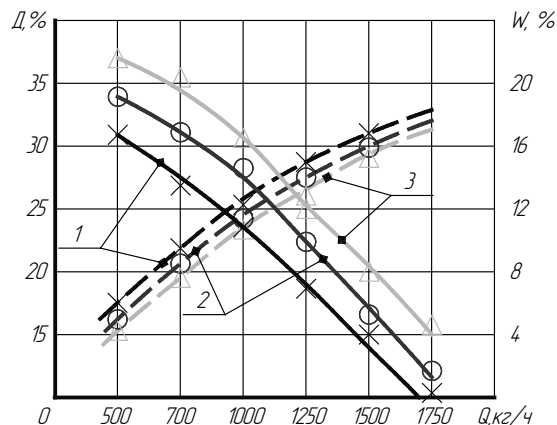


Рисунок 8 – Изменение температуры и влажности обработанного зерна от производительности микронизатора: 1 – увлажненный шелушенный ячмень ($W = 18,2 \%$); 2 – увлажненный и пропаренный ячмень ($W = 18,7 \%$); 3 – пропаренный ячмень ($W = 19,4 \%$); — термограммы; - - - - - кривые сушки

Таким образом, установлено, что оптимальная производительность микронизатора при обработке пропаренного зерна составляет 900-1000 кг/ч, увлажненного – 800-900 кг/ч.

REFERENCES

- 1 Zverev, S.V. High micronization in the production of cereals [Text] / S.V. Zverev. – M.: DeLee print, 2009. - 221 p.
- 2 Elkin, N. Infrared technology for the processing of grain [Text] / N. Elkin, V. Kirdyashkin // Fodder. – 2006. – № 6.