

УДК 641.13

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА КАРАМЕЛИЗАЦИИ САХАРОЗЫ И ФРУКТОЗЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАРАМЕЛИ**

*Лабутина В.А., Кудряшева А.Р., студенты 2 курса ФАЗРиПП  
Научный руководитель - Сергаченко С.Н., кандидат  
биологических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

***Ключевые слова:** карамелизация, фруктоза, сахароза, карамелан, карамелен, карамелин, вкус продуктов, способы карамелизации.*

*Работа посвящена изучению процесса карамелизации сахарозы и фруктозы в различных концентрациях и условиях.*

В пищевой промышленности часто применяется такой процесс как карамелизация. Он используется для получения различных продуктов питания. Этому процессу мы обязаны сладким вкусом овощей и фруктов при их тепловой обработке, появлением аромата и золотистой корочки жареного мяса, усилением вкуса добавленных специй, также этот процесс протекает при приготовлении кондитерских изделий и сладких блюд [1]. В результате карамелизации углеводов (сахаров) образуются вещества с высокой молекулярной массой, которые изменяют физико-химические свойства продуктов и их органолептические показатели. Карамелизация - это распад макромолекул сахаров при воздействии температуры выше 100 °С в щелочной или слабокислой среде. Сахара теряют кристаллическую структуру и переходят в конденсированное состояние с окраской от светло-жёлтой до тёмно-коричневой [2]. На глубину процесса влияют концентрация, температура, рН среды, а также продолжительность нагрева. Карамелизация может происходить в 2 формах: дегидратация сахаров и разложение моносахаридов.

**Целью** нашего исследования являлось изучение протекания процесса карамелизации сахарозы и фруктозы в различных условиях.

**Методика.** Процесс карамелизации проводили с сахарозой и фруктозой в концентрации 25 %, 50 % и 100 % в нейтральной и слабокислой среде с добавлением лимонной кислоты. Контролировали температуру и стадии карамелизации.

**Результаты и обсуждение.** Дегидратацию сахаров рассмотрим на примере карамелизации сахарозы. Сахароза (тростниковый или сахар)

- дисахарид, в состав которого входят глюкоза и фруктоза, содержится в сахарной свекле и тростнике [3]. При карамелизации водного раствора сахарозы в виде сиропа, сахара подвергается гидролизу до моносахаров (фруктозы и глюкозы), а при дальнейшем распаде – до ангидридов фруктозана и глюкозана [1,4]. При разложении моносахаридов при дальнейшем нагревании ангидриды взаимодействуют между собой и дают продукты конденсации, т.е. соединения с большим числом глюкозных единиц в молекуле, чем в исходном сахаре, или продолжается обезвоживание с образованием оксиметилфурфурола, который в дальнейшем распадается на муравьиную и левоулиновую кислоты (являются катализаторами), либо происходит реакция уплотнения - появляются окрашенные вещества [2,5].

Фруктоза (фруктовый сахар) - моносахарид, изомером которого является глюкоза, встречается в ягодах, фруктах и мёде [4].

При нагревании сухой сахарозы при дегидратации образуются окрашенные соединения - карамелан ( $C_{12}H_{30}O_2$ ) светло-соломенного цвета при 110°C, карамелен ( $C_{36}H_{50}O_{25}$ ) ярко-коричневого цвета при температуре 110 - 150°C и карамелин ( $C_{24}H_{30}O_{15}$ ) - тёмно-коричневого цвета свыше 150°C. При дальнейшем нагревании свыше 170°C образуются гуминовые вещества. Продукты карамелизации сухой сахарозы имеют разную растворимость в воде. Карамелан растворяется в холодной и горячей воде, карамелен - только в кипящей, гуминовые вещества в воде не растворяются (только в щелочах).

Выделяют влажный (с добавлением воды) и сухой способ карамелизации. В пищевой промышленности чаще применяют влажный способ карамелизации. В начальной стадии карамелизации образуется простой сироп. При достижении температуры 100 °C происходит окутывание, при 103-105 °C консистенция представляет собой тянущуюся маленькую нить, которая при 106-110 °C превращается в большую нить (5 мм). После при нанесении сиропа на листок бумаги, сироп принимает форму маленькой жемчужины, консистенция суфле (или большой жемчужины) достигается при 113-115 °C. Если поместить каплю сиропа на этой стадии в стакан с холодной водой, то нить будет равна 2 см. Маленький мягкий шарик образуется при 116-118 °C, а при 121-124 °C - большой твёрдый шарик. Быстро твердеет в воде стадия карамелизации "лёгкий мягкий хруст" при 129-155 °C. "Твёрдый хруст" образуется при 149-150 °C, сироп на этой стадии начинает желтеть, при такой температуре и стадии карамелизации его можно использовать для изготовления кондитерских украшений. Светлая карамель начинает образовыв-

ваться при 151-160 °С. Чтобы получить тёмную коричневую карамель, нужно допустить повышение температуры до 166-175 °С. При 190 °С образуются гуминовые вещества [5,6,7].

В результате наших исследований наиболее плавное и растянутое во времени прохождение всех стадий карамелизации наблюдалось в опытах с 25% сахарозой и фруктозой в слабокислой среде с добавлением лимонной кислоты. Растворы с 50 % концентрацией сахарозы и фруктозы давали качественную стадию карамелена, но она протекала достаточно быстро, что усложняло и затрудняло процесс приготовления карамели.

При нагревании сухой сахарозы после плавления появляется жёлтая окраска, потом сахар приобретает коричневую окраску и появляется специфический запах, в результате образуется карамелен  $C_{36}H_{50}O_2$ , который быстро переходит в карамелин и гуминовые кислоты. После сильного прокаливания сахара остаётся почти чистый углерод, а в верхней части пробирки конденсируются капельки воды и ощущается запах гари. В наших опытах стадия карамелена, наиболее нужная для создания карамели, протекала очень быстро, цветовые и растворимые фазы были плохо выражены.

Таким образом, для создания качественной карамели наиболее подходят 25 % растворы сахарозы и фруктозы с добавлением лимонной кислоты.

#### *Библиографический список:*

1. Физико-химические изменения сахаров при термической обработке. Карамелизация [Электронный ресурс] : портал. – Студапедия. - 2013. - Режим доступа: [https://studopedia.su/10\\_35128\\_karamelizatsiya.html](https://studopedia.su/10_35128_karamelizatsiya.html)
2. Процесс карамелизации в пищевой промышленности [Электронный ресурс]: портал. – Справочник Химии 21. Режим доступа: <https://www.chem21.info/info/784015/>
3. Резервы повышения эффективности производства сахара на ОАО «Ульяновский сахарный завод / В.И. Костин, Ф.А. Мударисов, А.Л. Игнатов, С.Н. Сергатенко // Сахарная свекла. – 2017. - №10. – С30-35.
4. Сергатенко, С.Н. Изменение морфологических параметров яровой пшеницы сорта Симбирцит под влиянием биопрепаратов Экстрасол и Нагро / С.Н. Сергатенко, А.С. Сергатенко, С.А. Пырова // Материалы IX Международной научно-практической конференции: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. – Ульяновск: ГАУ, 2018. – С.39-44.

5. Development for novel preparations based upon humic acid complexes, combining adaptogenic and growthcontrol functions / Kostin V., Reshetnikova S., Ignatova T., Sergatenko S., Oshkin V., Tschuvaeva S., Krasnoperova E., Marunkin I., Frolov E., Pavlov M., Krychenko Y., Ofitserov E. // From Molecular Analysis of Humic Substances -to Nature-like Technologies. HIT-2017, 2017. - С. 110.
6. Применение биопрепаратов в технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Ульяновской области / С.Н. Сергатенко, А.С. Сергатенко, Н.И. Крончев, М.В. Валяйкина // Вестник Ульяновского государственного педагогического университета Сборник научных статей. Главный редактор Н.А. Ильина. – Ульяновск: УлГПУ, 2011. - С. 167-170.
7. Крончев, Н.И. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Н.И. Крончев, С.Н. Сергатенко, М.В. Валяйкина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. - №2 (14). – С. 23-27.

## **THE FEATURES OF THE PROCESS OF CAMELIZATION OF SUCROSE AND FRUCTOSE TO OBTAIN THE CAMEL**

***V. A. Labutina, A. R. Kudryasheva***

***Key words:*** *caramelization, fructose, sucrose, caramelo, caramel, caramely, tastes, ways of caramelization.*

*The work is devoted to the study of the process of caramelization of sucrose and fructose in different concentrations and conditions.*