

Исследование влагозащитных свойств полимерной упаковки для сахара белого кристаллического

К.Б. ГУРЬЕВА, канд. техн. наук

Е.А. ТАРАСОВА, канд. техн. наук (e-mail: ip2201@rambler.ru)

ФГБУ «Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва»

Актуальность исследования – гигроскопические свойства сахара

Из всех процессов, протекающих при хранении сахара белого кристаллического (далее – сахар), основным является изменение массовой доли влаги, содержание которой определяет не только физическое состояние продукта, но и интенсивность возможных при определённых условиях как химических, так и микробиологических изменений.

В процессе хранения устанавливается равновесная влажность сахара, которая зависит в основном от поверхностной влаги, температуры и относительной влажности воздуха, а также от размера кристаллов и степени очистки сахара. Количество влаги в сахаре тесно связано с присутствием в нём примесей, поскольку сахароза как кристаллоид не связывает влагу [1]. К примесям, влияющим на гигроскопичность сахара, относятся редуцирующие, минеральные, красящие вещества, их допустимое содержание определяет ГОСТ 33222 [2].

В ФГБУ НИИПХ Росрезерва были выполнены исследования по изучению гигроскопических свойств сахара для оценки влияния параметров температуры и относительной влажности воздуха на процесс сорбции влаги сахаром различной степени очистки [3–6]. Исследования показали, что чем больше в сахаре массовая доля редуцирующих веществ, минеральных элементов, красящих веществ, тем выше способность сахара к поглощению паров воды и величина его равновесной влажности. Также было установлено влияние гранулометрического состава сахара на его гигроскопичность.

Графические зависимости равновесной влажности сахара с кристаллами разных фракций (средний размер частиц: 0,9; 0,75; 0,55 мм) от относительной влажности воздуха (ϕ) при температурах хранения $+25\pm 2^\circ\text{C}$ и $+10\pm 2^\circ\text{C}$ приведены на рис. 1 и 2.

Как видно из представленных зависимостей, изотермы сорбции сахара не имеют характерного для

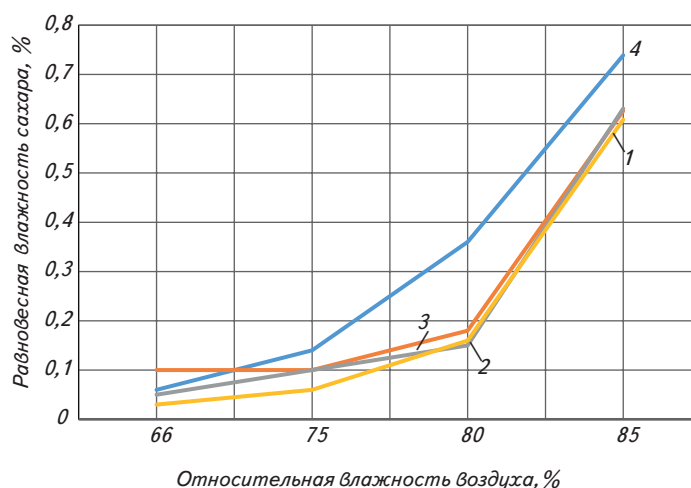


Рис. 1. Изотермы сорбции влаги сахаром при температуре $+25\pm 2^\circ\text{C}$ с кристаллами разных фракций: 1 – 0,55 мм, 2 – 0,75 мм, 3 – 0,9 мм, 4 – неоднородный

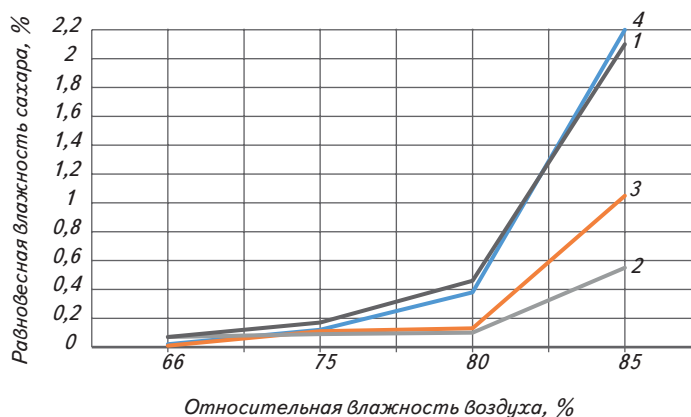


Рис. 2. Изотермы сорбции влаги сахаром при температуре $+10\pm 2^\circ\text{C}$ с кристаллами разных фракций: 1 – 0,55 мм, 2 – 0,75 мм, 3 – 0,9 мм, 4 – неоднородный

многих пищевых продуктов верхнего изгиба. Кривая сорбции при $\phi > 70\%$ имеет форму гиперболы, что свидетельствует о высокой интенсивности

увлажнения сахара. До $\phi = 80\%$ величина равновесной влажности сахара увеличивается постепенно, а далее резко возрастает и составляет уже при $\phi = 85\%$ для разных кристаллов от 0,6 до 2,2 %. Такой характер влагопоглощения связан с тем, что кристаллические вещества, в том числе сахар, имеют особую характеристику — гигроскопическую точку, которая для сахара находится в пределах относительной влажности воздуха 83–85 %.

Описывая процесс увлажнения сахара, можно отметить, что механизм взаимосвязи воды с сахаром на уровне мономолекулярной адсорбции соответствует участку изотермы до массовой доли влаги продукта 0,02 %. Считается, что такая вода не является растворителем и не участвует в химических реакциях. Полимолекулярная адсорбция соответствует участку изотермы, характеризующему содержание влаги в сахаре от 0,02 до 0,08 %. Далее происходит капиллярная конденсация и растворение веществ в поглощенной воде: кристаллы сахара начинают растворяться с поверхности, становятся липкими, утрачивают блеск.

Согласно результатам проведенных исследований [7] равновесная влажность сахара при относительной влажности воздуха 66–70 % находится в диапазоне от 0,02 до 0,08 %, а при 75 % — от 0,09 до 0,17 % (т. е. превышает допустимое значение по ГОСТ 33222 [2]). Для поддержания качества сахара в пределах, установленных ГОСТ 33222 [2], рекомендовано направлять на хранение сахар с массовой долей влаги не более 0,08 %, а хранение осуществлять при относительной влажности не более 70 %. В настоящее время сахарные заводы обеспечивают сушку сахара до установленных значений, и, как правило, при приёмке на хранение массовая доля влаги сахара составляет не более 0,05–0,08 % [8, 9].

Исследования влагозащитных свойств полимерной упаковки

Высокая способность сахара к поглощению паров воды при относительной влажности более 80 % свидетельствует о необходимости предохранять сахар от возможного увлажнения с помощью упаковочных материалов и оптимального режима хранения. Основная функция упаковочных материалов для сахара — сохранение качества в процессе его транспортировки и складского хранения. В качестве транспортной упаковки ГОСТ 33222 [2] рекомендует в том числе полипропиленовые мешки с полиэтиленовыми мешками-вкладышами.

В целях определения оптимальных параметров транспортной упаковки для сахара в ФГБУ НИИПХ Росрезерва проведены исследования упаковочных материалов. Результаты сравнительных испытаний

защитных свойств мешков от влаги в интервале относительной влажности воздуха от 69 до 98 % приведены на рис. 3. На графике видно, что процессы влагопереноса в системе «мешок — продукт» в значительной степени определяются величиной относительной влажности воздуха. При относительной влажности воздуха выше 75 % процесс поглощения влаги сахаром во всех полипропиленовых мешках интенсифицируется, что особенно заметно в полипропиленовых мешках без дополнительной защиты. При всех влажностных режимах наиболее высокие защитные свойства имеют полипропиленовые мешки, ламинированные полиэтиленом: в 5–6 раз выше, чем обычные полипропиленовые мешки, и в 2–2,3 раза выше, чем полипропиленовые мешки с полиэтиленовым вкладышем.

Результаты исследований показали, что для сохранности гигроскопичной продукции в полипропиленовых мешках, особенно если она хранится в складах с нерегулируемым режимом при переменных параметрах относительной влажности воздуха, необходимо обязательное применение полиэтиленового вкладыша или ламинирование внутренней поверхности мешка полиэтиленом. На практике сахар для хранения упаковывают в полипропиленовые мешки с внутренними полиэтиленовыми мешками-вкладышами, которые препятствуют процессу проникания влаги к сахару. Полиэтиленовые плёнки обладают достаточно высокой механической прочностью, низкой паропроницаемостью, лёгкой термической свариваемостью.

Дальнейшее изучение влияния наличия и толщины полиэтиленового мешка-вкладыша в полипропиленовом мешке на процесс сорбции влаги сахаром

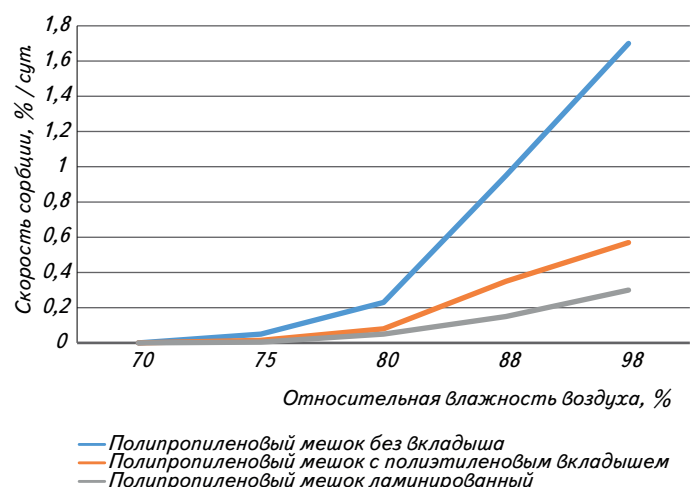


Рис. 3. Скорость сорбции влаги сахаром через упаковочные материалы при температуре +20 °С

проводили при температуре +12 °С и относительной влажности воздуха 75 и 80 % (рис. 4, 5).

Результаты испытаний показали, что через полиэтиленовую плёнку, хотя и медленно, но происходит проникновение влаги внутрь мешка.

Согласно полученным данным (см. рис. 4) в условиях хранения сахара в полипропиленовом мешке без вкладыша при относительной влажности воздуха 75 % его массовая доля влаги достигает предельно допустимого значения по ГОСТ 33222 [2] за 150 суток.

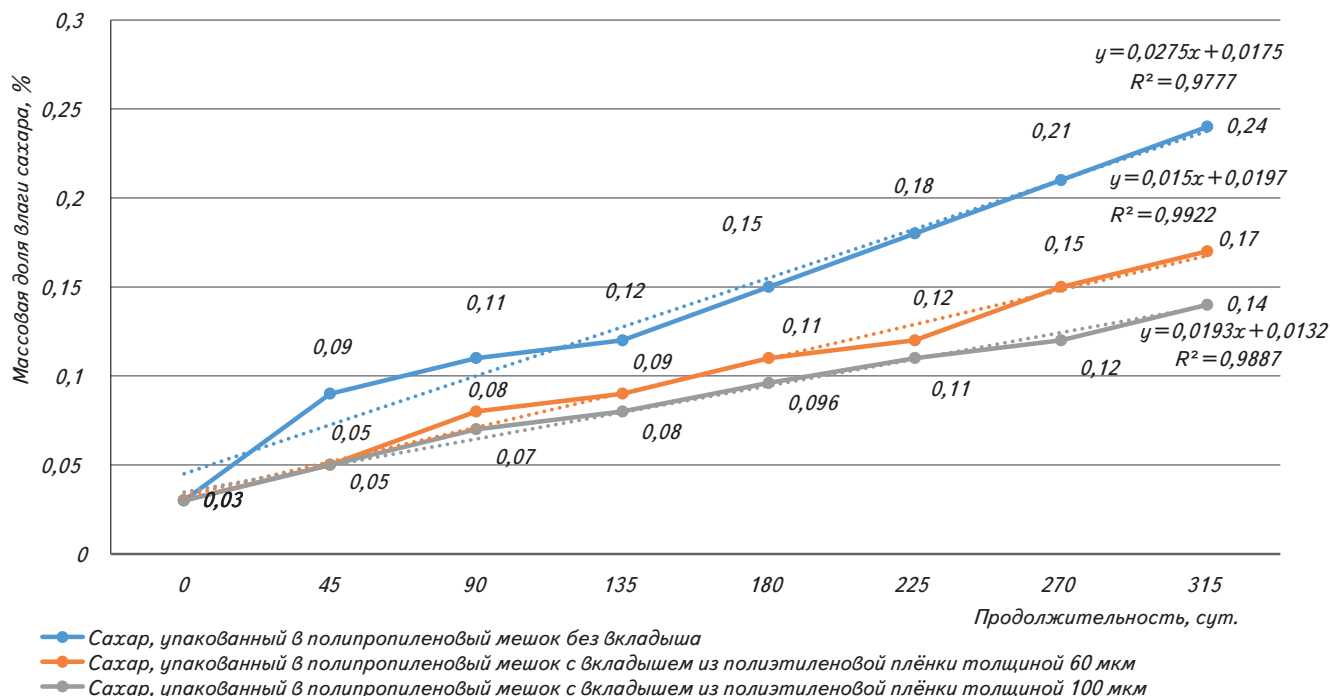


Рис. 4. Динамика сорбции влаги сахаром при относительной влажности воздуха 75 % и температуре +12 °С в зависимости от толщины полиэтиленового вкладыша

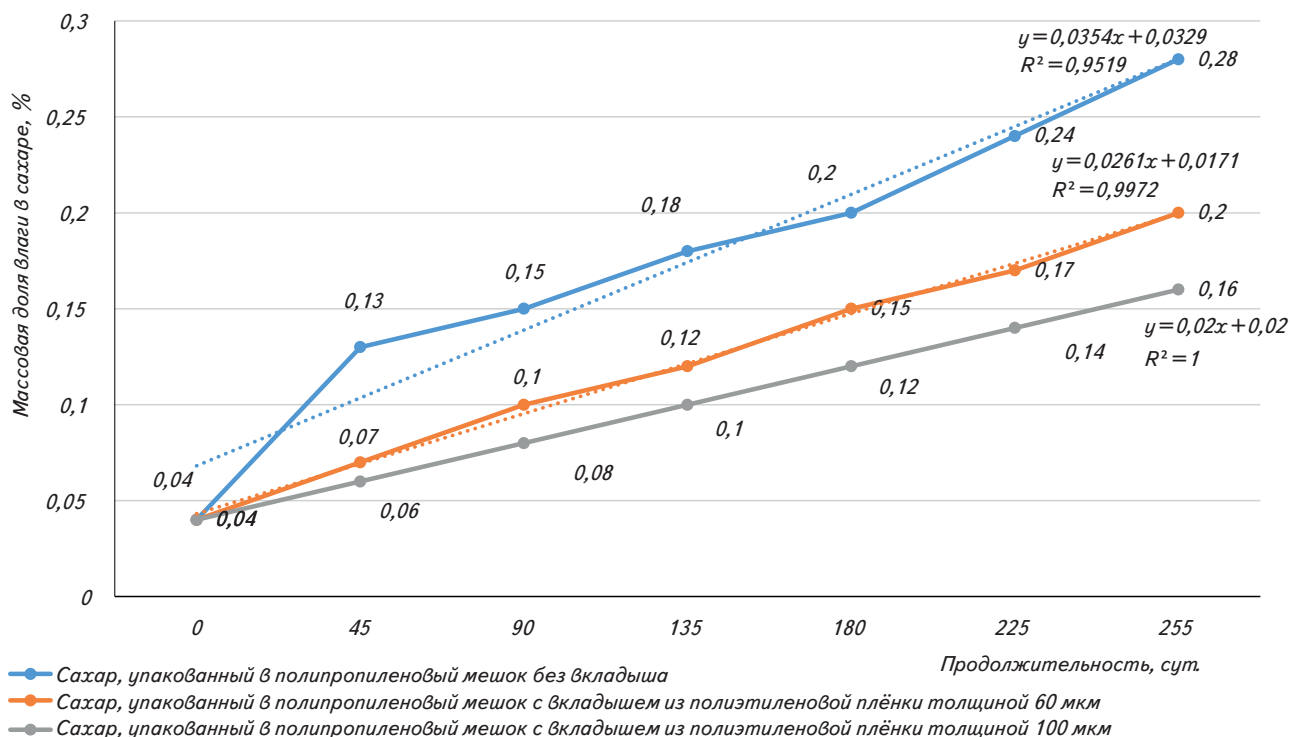


Рис. 5. Динамика сорбции влаги сахаром при относительной влажности воздуха 80 % и температуре +12 °С в зависимости от толщины полиэтиленового вкладыша

При хранении сахара в полипропиленовом мешке с полиэтиленовым мешком-вкладышем при тех же температурно-влажностных условиях предельно допустимая массовая доля влаги достигается за 250–310 суток в зависимости от толщины полиэтиленовой плёнки.

При относительной влажности воздуха 80 % (см. рис. 5) массовая доля влаги сахара, упакованного в полипропиленовый мешок без вкладыша, достигла предельно допустимого значения за 55 суток, а сахара, упакованного в полипропиленовый мешок с полиэтиленовым мешком-вкладышем, — за 180–260 суток.

Проведённый эксперимент показал, что толщина плёнки полиэтиленового мешка-вкладыша значительно влияет на скорость процесса сорбции влаги сахаром; мешок-вкладыш толщиной 100 мкм значительно лучше защищает сахар от увлажнения по сравнению с вкладышем толщиной 60 мкм. Однако следует отметить, что при толщине 100 мкм полиэтиленовая плёнка теряет гибкость, необходимую для использования её для изготовления мешка-вкладыша.

Заключение

На основании исследований влагозащитных свойств полимерной упаковки сделаны следующие выводы:

- с увеличением относительной влажности воздуха влагозащитные свойства полимерной упаковки снижаются;
- процесс поглощения влаги сахаром независимо от вида упаковки значительно интенсифицируется при относительной влажности воздуха более 80 %;
- упаковывание сахара в полипропиленовые мешки с полиэтиленовыми мешками-вкладышами замедляет скорость его увлажнения в 2–3 раза в зависимости от толщины плёнки полиэтиленового вкладыша;
- толщина полиэтиленовой плёнки для изготовления мешков-вкладышей в полипропиленовые мешки должна быть не менее 60 мкм.

Список литературы

1. Ловачёв, Л.Н. Снижение потерь продовольственных товаров при хранении. Раздел «Хранение сахара-песка» / Л.Н. Ловачёв, М.А. Волков, О.Б. Церевитинов. — М.: Экономика, 1980. — 254 с.
2. ГОСТ 33222-2015 Сахар белый. Технические условия.
3. Гурьева, К.Б. Влияние вида упаковки и условий хранения на сохранность сахара-песка / К.Б. Гурьева, Е.В. Иванова // Сб. научно-технической информации № 9 «Длительное хранение продовольственных товаров и хлебопродуктов. Проблемы и решения». — М.: ФГУ НИИПХ Росрезерва, 2010. — 124 с.
4. Тарасова, Е.А. Ключевые показатели гранулометрического состава сахара для различных групп потребителей /

Е.А. Тарасова, К.Б. Гурьева, И.Ю. Дешевая // Сб. матер. очно-заочной научно-практич. конф. «Вопросы продовольственного обеспечения в XXI веке (Товаровед-2016)» 14 апреля 2016 г. ФГБОУ ВПО МГУПП Министерства образования и науки РФ. — М.: МГУПП, 2016. — С. 297–299.

5. Гурьева, К.Б. Взаимосвязь процессов и показателей качества сахара-песка и пути воздействия для обеспечения сохранности при длительном хранении / К.Б. Гурьева, Е.А. Тарасова, О.Н. Магаюмова // Сб. матер. VI Межведомственной научно-практич. конф. «Товароведение, общественное питание и технологии хранения продовольствия». ФГБОУ ВПО МГУПП. — М.: МГУПП, 2014. — С. 118–121.

6. Петрянина, Т.А. Факторы, влияющие на изменение качества сахара белого кристаллического в процессе его хранения / Т.А. Петрянина, Е.А. Тарасова, К.Б. Гурьева // Сб. матер. Всероссийской научно-практич. конф. «Современный подход к формированию и сохранению товароведных характеристик продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья». ФГБОУ ВПО МГУПП. — М.: МГУПП, 2016. — С. 56–61.

7. Тарасова, Е.А. Влияние параметров температурно-влажностного режима на сохранность бакалейных товаров при длительном хранении / Е.А. Тарасова, К.Б. Гурьева // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд: междунар. сб. научн. статей. Вып. 16. ФГБУ НИИПХ Росрезерва — М.: Галлея-Принт, 2021. — С. 218–229.

8. Славянский, А.А. Промышленное производство сахара / А.А. Славянский. — М.: МГУПП, 2015. — 255 с.

9. Егорова, М.И. Факторы риска в обеспечении качества и безопасности сахара / М.И. Егорова // Сахар. — 2009. — № 12. — С. 52–55.

Аннотация. Упаковка должна обеспечивать сохранность и товарный вид пищевой продукции при транспортировании и хранении. При выборе упаковочных материалов необходимо учитывать гигроскопические свойства продукции. В статье представлены результаты исследований влагозащитных свойств полимерной упаковки для сахара белого кристаллического в различных температурно-влажностных условиях хранения. Определены оптимальные характеристики полимерной упаковки для сахара, в том числе для дополнительной защиты сахара от влаги рекомендовано использование внутреннего мешка-вкладыша из полиэтиленовой плёнки толщиной не менее 60 мкм.

Ключевые слова: сахар белый кристаллический, сорбция, температура, относительная влажность воздуха, равновесная влажность, упаковка, полипропиленовые мешки, полиэтиленовые мешки-вкладыши.

Summary. Packaging must ensure the safety and presentation of food products during transportation and storage. When choosing packaging materials, it is necessary to take into account the hygroscopic properties of the products. The article presents the results of studies of the moisture-proof properties of polymer packaging for white crystalline sugar under various temperature and humidity storage conditions. The most optimal characteristics of polymer packaging for sugar have been determined, including the use of an inner liner bag made of polyethylene film with a thickness of at least 60 microns for additional protection of sugar from moisture.

Keywords: white crystalline sugar, sorption, temperature, relative humidity, equilibrium humidity, packaging, polypropylene bags, polyethylene liner bags.