Таким образом, можно будет не только ускорить систему автоматизированной процедуры, но и сделать ее индивидуальной для каждого устройства, где она будет размещена.

1. <https://www.thermolib.de/media/thermolib/downloads/Thermolib-UserManual.pdf>
2. <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/Other/2014/energ1/energ1/pages/Articles/1/Usov.pdf>
3. Жильцов Юрий Вадимович, Ёлшин Виктор Владимирович Использование программного комплекса ansys CFX при разработке модели комбинированного котла // Вестник ИрГТУ. 2017. №3 (122).
4. Репин А. А., Туровцев В. В., Орлов Ю. Д. Разработка автоматизированной базы термодинамических данных с элементами искусственного интеллекта // Программные продукты и системы. 2002. №3.
5. <https://chemphys.edu.ru/media/published/2006-12-28-001.pdf>

Шувалов А.М., Машков А.Н., Чернов Д.С.

Установка для охлаждения термически обработанной сои

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования
техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»
(Россия, Тамбов)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2021-17

idsp: sciencerrussia-10-02-2021-17

Аннотация

Для замещения белка животного происхождения ученые предлагают использовать высококачественную растительную культуру – сою. Однако сою нельзя скормить без предварительной тепловой обработки из-за наличия в ней антипитательных веществ. Для повышения качества обработки сои разработана установка для её тепловой обработки.

Ключевые слова: соя, темперирование, система охлаждения, комбинированный нагрев.

Abstract

To replace protein of animal origin, scientists suggest using high-quality plant culture - soy. However, soy cannot be fed without preliminary heat treatment due to the presence of anti-nutritional substances in it. To improve the quality of soybeans processing, an installation for its heat treatment has been developed.

Keywords: soybeans, tempering, cooling system, combined heating.

Термически обработанную сою с температурой 110-90 оС нельзя отправлять на склад. Для охлаждения её разработана установка на базе вибрационного транспортёра [1]. Экспериментальные исследования показали, что в регионах с умеренным климатом и температурой наружного воздуха 8 -10 оС темперированную сою можно охладить до нормируемых значений при её движении в камере охлаждения 105 – 140 с [2, 3].

Однако в регионах страны с длительным стоянием высоких температур (20 – 25 оС) наружного воздуха в осенний период уборка и обработка сои будет проводится при таких температурах. Если же температура окружающего воздуха достаточно высокая, то эффективность охлаждения темперированной сои снижается. Для изучения охлаждения темперированной сои при высоких температурах окружающего воздуха проведены исследования на экспериментальной установке [4, 5], конструктивно-технологическая схема которой приведена на рисунке 1.

Рисунок 1. Конструктивная схема системы охлаждения темперированной сои

Система охлаждения сои выполнена на базе вибрационного транспортера. Транспортирующее устройство вибрационного транспортера 7 и верхняя крышка 8 образуют прямоугольный воздуховод. Для подачи охлаждаемого воздуха в воздуховод предусмотрен центробежный вентилятор 12 Ц4-70 № 5. Вентилятор сочленен двумя гофрированными воздуховодами 11 с патрубками верхней крышки 10.

Принцип работы системы охлаждения следующий. После отстоя горячей сои в температуре 6 (рисунок 1) она с температурой (110...100 °С) захватывается из темпериатора специальным устройством вибротранспортера и подается на желоб, колеблющийся с заданной частотой, амплитудой и углом наклона. Включением в работу вентилятора 12 воздух через гофрированные рукава 11 подается в охлаждающую рабочую камеру 9, движется по ней, соприкасаясь с горячей соей. За счет конвективного теплообмена воздух отбирает теплоту от сои.

Из результатов исследований, представленных на рисунке 2 и полученных при температуре охлаждающего сою воздуха +9 °С (характерной для осеннего периода в регионах с умеренным климатом, когда сою убирают с полей) следует, что соя охладится до рекомендуемого значения при условии нахождения её в камере охлаждения 105...140 с.

Рисунок 2. Температура охлаждаемой сои при температуре окружающего воздуха +9 °С.

Однако в наиболее тёплых климатических регионах России (Краснодарский край, Ставропольский край, Волгоградская область и др.) уборка сои и термообработка может проводится при более высоких температурах наружного воздуха (20 ...25 °С. В этом случае охлаждение темперированной сои будет менее эффективным, так как температурный напор между тёплым окружающим воздухом и темперированной соей на 20...25 °С меньше.

В этой связи был проведён эксперимент по охлаждению темперированной сои при температуре окружающего воздуха 26°С. При такой температуре воздуха отгружаемая на хранение соя должна иметь температуру не выше

$$T_{\text{отгр}} = 26 + 10 = 36^{\circ}\text{C}$$

Результаты экспериментальных исследований, проведённых при температуре воздуха +26°С, показали (рисунок 3, 4, 5), что во всех опытах при времени движения сои в охлаждающей камере 140с она охлаждается до 31 – 33°С, а при времени 105с – до 36 – 38°С. То есть сою с такой температурой можно отгружать на склад.

Рисунок 3. Изменение температуры сои в охлаждающей камере, при движении ее в ней 70 с ($t_{\text{окр}}=26^{\circ}\text{C}$)

Рисунок 4. Изменение температуры сои в охлаждающей камере, при движении ее в ней 105 с ($t_{\text{окр}}=26^{\circ}\text{C}$)

Рисунок 5. Изменение температуры сои в охлаждающей камере, при движении ее в ней 140 с ($t_{окр}=26^{\circ}\text{C}$)

По данным этих опытов наилучшие результаты по охлаждению сои (рисунки 3,4,5) были достигнуты при подачи воздуха в камеру охлаждения $20,6 \text{ м}^3/\text{мин}$ ($1236 \text{ м}^3/\text{ч}$) и времени прохождения ее в камере охлаждения 140 с, то есть конечная температура охлаждаемой сои была 31°C .

Важно отметить, чтобы обеспечить поточность технологических процессов термической обработки и охлаждения сои, задающим параметром является время нагрева ее в высокотемпературной камере до заданного значения. А система охлаждения является в данном случае вторичным звеном и параметры ее (скорость, время движения) должны согласовываться с параметрами термообработки.

Выводы: 1. Разработанная система охлаждения обеспечивает снижение температуры охлаждаемой темперированной сои до нормируемых значений при времени движения её в камере охлаждения 105...140с.

2. Чтобы обеспечить охлаждение сои при времени её нахождения в охлаждающей камере 70с необходимо удлинить её жёлоб на 1089 мм.

1. Патент на изобретение №2694408 РФ. СПК В02В 5/00. Устройство для темперирования сои / Шувалов А.М., Машков А.Н., Тихомиров Д.А.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИТиН, опубл.12.07.2019. Бюл. № 20.
2. Шувалов А.М., Машков А.Н., Чернов Д.С., Шулаев Г.М., Вотановская Н.А. Энергоэкономный способ термообработки сои // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – №3. – С.7 – 8.
3. Шувалов А.М., Машков А.Н., Чернов Д.С., Тихомиров Д.А. Энергосбережение в системе охлаждения темперированной сои. // В сборнике» Актуальные проблемы научно – технического прогресса в АПК. 2019. – С.149 – 153.
4. Патент на изобретение №2645345. Российская Федерация. МПК А23В 9/02. Устройство для термообработки зерна. / Шувалов А.М., Машков А.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИТиН. Опубл.21.02.2018. Бюл. №6.
5. Патент на изобретение. №2694631 РФ. СПК А23В 9/02. Устройство для термообработки зерна /Шувалов А.М., Машков А.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИТиН. Опубл.16.07.2019. Бюл. №20.