

УДК 685.655.043

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА КОСТОЧКОВОГО МАСЛА КАК ОБЪЕКТ МОДЕЛИРОВАНИЯ

ШАРИПОВА М.Ф., ассистент

Бухарский инженерно-технологический институт, г. Бухара, Республика Узбекистан

Ключевые слова: системный анализ, косточковое масло, граф целей и задач.

Реферат: в статье приведен системный анализ технологической линии производства косточкового масла как технологическую систему, для определения «узкого» места с целью дальнейшей оптимизации этого процесса путем моделирования. При этом работа аппаратов и установок технологической линии косточкового масла анализируется с точки зрения влияния технологических режимов на выход и качество масла, извлекаемого из ядер плодовых косточек. Здесь особое значение имеет качество получаемого масла, т.к. косточковое масло, в основном, применяется в фармацевтике и парфюмерии. В проведенном анализе технологическую систему представили как состоящую из нескольких подсистем и в виде графа целей и задач, вершины которого представляют собой цели подсистем, а ребра - задачи, реализуемые соответствующими подсистемами. Результаты расчетов свидетельствуют; что в рассматриваемой технологической линии наиболее ответственным процессом является тепловая сушка ядер косточек перед прессованием (доля потерь высококачественного масла равна 0,3). Таким образом, использование операторных представлений к анализу технологической линии позволило объективно определить и обосновать целесообразность совершенствования технологической линии и выявить наиболее «узкое» место.

Системный анализ технологической линии позволяет реализовать стратегию развернутого системного исследования, которая заключается в рассмотрении объекта как единого сложного целого. Это обеспечивает раскрыть взаимосвязь составных частей системы, способствует к целесообразному изучению отдельных элементов и позволяет определить рациональные и перспективные пути развития техники и технологии производства высококачественных продуктов [1].

Рассмотрим технологическую линию производства косточкового масла как технологическую систему, состоящую из нескольких подсистем, и представим ее в виде графа целей и задач, вершины которого представляют собой цели подсистем, а ребра - задачи, реализуемые соответствующими подсистемами (рис.1).

Работа аппаратов и установок технологической линии косточкового масла анализируется с точки зрения влияния технологических режимов на выход и качество масла, извлекаемого из ядер плодовых косточек. Здесь особое значение имеет качество получаемого масла, т.к. косточковое масло, в основном, применяется в фармацевтике и парфюмерии.

Поскольку нас интересуют выход и качество косточкового масла, рассмотрим процессы технологической линии в направлении от выхода к входу.

В подсистеме «А» получают масло путем трехкратного прессования ядер. При этом выход и качество масла зависят от влажности и температур ядер, а также от степени вскрытия маслосодержащих клеток ядер. Масличность абрикосового жмыха составляет (в %) 28-31; 14-17 и 6,3-7 после I, II и III прессования, соответственно. Причем, перед I прессованием жмых II прессования подвергается термообработке при  $t=100-110^{\circ}\text{C}$ , что заметно ухудшает качество масла III прессования, которое уже не используется в фармацевтике. Как видим, трехкратное прессование заведомо оборачивается 14-15% - ной потерей высококачественного масла к общему содержанию масла (ОСМ) в ядре (исходная масличность ядер абрикоса 38-40%) [2].

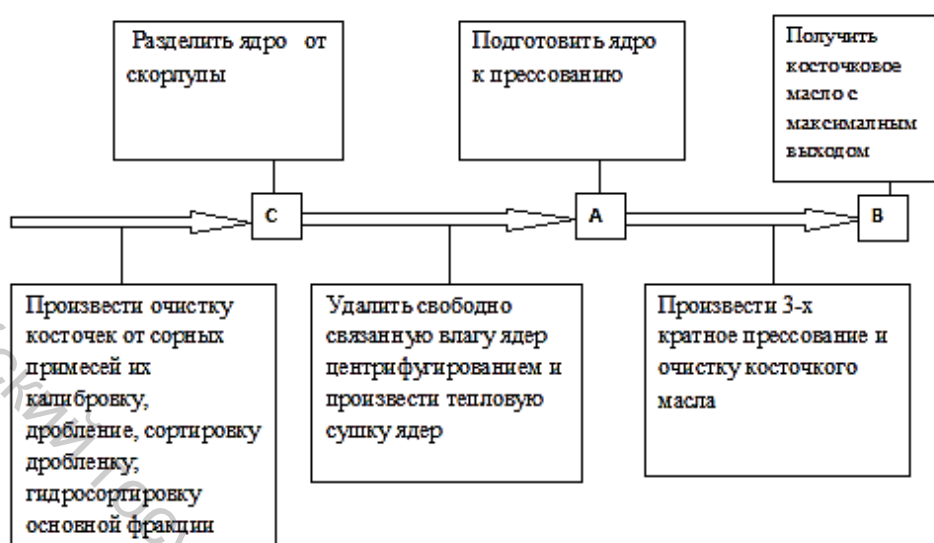


Рисунок 1 – Граф целей и задач технологической системы производства косточкового масла

Подсистеме «В» ядра подготавливают к прессованию. При этом с них центрифугированием удаляется поверхностная влага до влажности ядра 11-14 %. Затем они подвергаются тепловой сушке в трехсекционных шнековых испарителях и доводятся до влажности 6-7 %, придающей сырью определенные упругие свойства, что обеспечивает условия прессования. Однако при такой подготовке ядер к прессованию для вскрытия маслосодержащих клеток и извлечения масла из ядер приходится весь процесс прессования при высоком давлении (18-20 МПа), причем, для максимального извлечения масла требуется III «горячее» прессование. Кроме того, процесс сушки длится относительно долго, температура ядер достигает до 85°C и более, что приводит к повышению кислотного числа масла. Вследствие окисления масла при тепловой сушке и необходимости I «горячего» прессования теряется в итоге до 20-23 % высококачественного масла к ОСМ в ядрах [2].

В подсистеме «С» ядро отделяют от скорлупы, масличность которых составляет 0,3-0,5 %, путем калибрования и дробления косточек, разделение ядер от скорлупы гидросортировкой. В этой подсистеме, при дроблении сечкой и гидросортировке вследствие потерь ядра, теряется 2-3 % масла ОСМ в ядре.

Решение проблемы развития механизированных технологических линий связано с расчетом уровня целостности существующих технологических систем на основе экспериментального определения стабильности отдельных подсистем [1]. Для определения уровня целостности  $\theta$  стабильности  $\eta$  технологической системы производства косточкового масла расчет процессов ведем исходя из извлечения высококачественного масла.

Все подсистемы статически зависимы, и вероятность выпуска высококачественного масла  $P$  и энтропию  $H$  системы определяем по формулам [1]:

$$P_i(CBA) = P_i(C) \cdot P_i(B/C) \cdot P_i(A/BC); \quad H_i(CBA) = H_i(C) \cdot H_i(B/C) \cdot H_i(A/BC).$$

Уровень стабильности каждой подсистемы:  $\eta_i = 1 - (H_i / H_{max})$ , где  $H_i$  - величина текущая (энтропия  $i$ -той подсистемы), определяется экспериментально;  $H_{max}$  - максимальная возможная энтропия  $i$ -той подсистемы, соответствующая закону равномерного распределения.

Здесь понятие «энтропия» в определенном смысле соответствует понятию энтропии в термодинамике. Количественно энтропия определяется по формуле Клод-Шеннона:

$$H_i = -P_i \cdot \log_2 P_i - (1 - P_i) \cdot \log_2 (1 - P_i),$$

где,  $P_i = \varepsilon_{1i} / \varepsilon_{общ}$ ;  $(1 - P_i) = \varepsilon_{2i} / \varepsilon_{общ}$ ;  $\varepsilon_{1i}$  - доля извлекаемого масла;  $\varepsilon_{2i}$  - потери высококачественного масла (в долях);  $\varepsilon_{общ}$  - общее количество масла в ядре,  $\varepsilon_{общ} = 1$ .

Уровень целостности системы трех статически зависимых подсистем:

$$\theta_{сва} = \eta_c + \eta_{в/с} + \eta_{а/вс} - 2,$$

Результаты расчетов, приведенные в табл.1, свидетельствуют; что в рассматриваемой технологической линии наиболее ответственным процессом является тепловая сушка ядер косточек перед прессованием (доля потерь высококачественного масла 0,3). В самом деле при высоких температурах в ядре происходят нежелательные биохимические процессы (окисление масла, денатурация белков, разрушение витаминов, гидролиз амигдалина), что приводит ухудшению качества косточкового масла и снижению кормовой ценности жмыха. Кроме того, при такой подготовке ядер к прессованию, вследствие не вскрытия маслосодержащих клеток ядер, процесс прессования необходимо провести при высоких давлениях, и перед III прессованием необходимо еще провести тепловую обработку жмыха II прессования. Поэтому центром всей технологической системы можно считать подсистему «В», уровень стабильности которой равен  $\eta = 0,1074$ . Уровень же целостности всей системы составляет  $\theta = -1,0432$ .

Поскольку величина уровня целостности объекта меньше 0, то технологическая система производства косточкового масла представляет собой еще слабо организованную суммативную систему. Наиболее «узким» местом этой системы является процесс тепловой сушки ядер, требующий совмещения процесса вскрытия маслосодержащих клеток, обеспечивающего максимальный выход высококачественного масла при двукратном «холодном» прессовании.

Таким образом, использование операторных представлений к анализу технологической линии позволило объективно определить и обосновать целесообразность совершенствования технологической линии, выявить наиболее «узкое» место и наметить пути оптимизации путем моделирования.

Таблица 1 – Результаты расчетов уровня стабильности подсистем

Подсистемы	Потери высококачественного масла (в долях)	Вероятность выхода высококачественного масла	Стабильность подсистем
С	0,0022	0,9780	0,8475
В	0,3073	0,6905	0,1074
А	0,165	0,5255	0,0019

Литература:

1. Панфилов В.А. Научные основы развития технологических линий пищевых производств-М: Агропромиздат, 1986-288с.
2. Гафуров К.Х. Совершенствование и интенсификация процесса сушки ядер плодовых косточек-Дисс. канд. техн. наук – Ташкент, ТашХТИ-1994 г.

УДК 004.9:658

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ MAPLESIM ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ СЛОЖНОЙ СТРУКТУРЫ

ШАРСТНЁВ В.Л., доцент, ВАРДОМАЦКАЯ Е.Ю., старший преподаватель

Витебский государственный технологический университет,

г. Витебск, Беларусь

Ключевые слова: система MapleSim, имитационное моделирование, язык моделирования Modelica.