

## КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СОКА

В статье рассматриваются результаты исследований по моделированию технологической линии для производства сока из мелкоплодных яблок и дикорастущих ягод. Предлагаемая технологическая линия включает в себя блок приема, блок мойки, блок обработки, блок получения готовой продукции, что позволит производить продукты функционального питания с использованием сырья Восточной Сибири.

**Ключевые слова:** мелкоплодные яблоки, функциональное питание, технологическая линия.

A.A. Belyayev

## CONCEPT FOR PROJECTING THE PROCESSING LINE FOR FRUIT JUICE PRODUCTION

*The research results on the processing line modeling for juice production from small-fruited apples and wild berries are considered in the article. The offered processing line includes the blocks for receiving, washing, processing, finished product receiving that will allow to produce functional food products with the use of Eastern Siberia raw materials.*

**Key words:** small-fruited apples, functional nutrition, processing line.

**Введение.** По общему объему потребления соков Россия входит в первую десятку стран мира. Потребление сока на человека в год составляет всего четыре литра. Однако большинство населения проживает в регионах, где существует недостаток таких продуктов функционального питания.

Одним из позитивных факторов в здоровье человека является сбалансированное функциональное питание. Это то питание, которое не только не вредит нашему организму, но и насыщает его необходимыми микроэлементами, витаминами. А неправильное питание становится причиной многих заболеваний и расстройств организма человека.

Важнейшее значение натуральных соков как необходимых элементов питания – в его конкретной работе по оздоровлению организма, влиянии на определенные функции организма человека. Одним из направлений в функциональном питании является потребление сока из мелкоплодных яблок и дикорастущих ягод Восточной Сибири, с их природными биологически активными веществами [1–4].

**Актуальность исследований.** Витаминами, углеводами и минеральными веществами богаты только натуральные стопроцентные соки, и в особенности из мелкоплодных яблок дикорастущих ягод Восточной Сибири. Население недостаточно обеспечено действительно полезными и натуральными соками.

**Цель исследований.** Разработать модель теоретического проектирования технологии изготовления плодово-ягодного сока из мелкоплодных яблок и дикорастущих ягод Восточной Сибири для улучшения качественного питания населения.

**Задачи исследований.** Анализ и систематизация технологических процессов получения сока на основе мелкоплодных яблок и дикорастущих ягод Восточной Сибири, описание взаимодействия технологических звеньев посредством интенсивностей процессов.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований явились технологические линии, применяемые для получения соков из мелкоплодных яблок и дикорастущих ягод Восточной Сибири. Использованы методы системного анализа – декомпозиция и синтез, аппарат теории случайных процессов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Информационно-техническая модель проектирования технологической линии для приготовления плодово-ягодного сока включает в себя 25 звеньев и уровни оптимизации процессов (условные обозначения) (рис. 1).

Технологическая линия приготовления плодово-ягодного сока включает в себя три этапа: приготовление брусничного полуфабриката, яблочного полуфабриката, конечного продукта.

Для аналитического описания технологической линии для каждого звена  $x$  введем функцию состояния звена  $Z_x(t)$ , которая характеризует уровень загруженности сырьем в момент времени  $t$ . Ее производная  $\frac{dZ_x(t)}{dt}$  характеризует скорость переработки сырья в момент времени  $t$ , которая может быть определена интенсивностью входящих и выходящих потоков [5].

**Процесс приготовления брусничного полуфабриката.** Исходное сырье (брусника) поступает на приемный лоток  $PLB$ , далее брусника проходит сортировку  $SB$ , где отсеивается гнилая часть, листья и т.д., от сортировки все лишние частицы и испорченные ягоды попадают в брак  $BB$ . Хорошие плоды проходят этап мойки  $MB$ , затем ягода попадает на пресс  $PB$ , где проходит процесс отжима ягоды. Из пресса отжатая часть поступает в отстойник с мякотью  $OMB$ , далее вся масса попадает в блок отходов  $BOB$ , далее предусмотрен блок вторичной переработки  $BVPB$ . Сок с мелкими частицами мякоти, выходящий от пресса, проходит через блок фильтрации  $FBS$ , после чего получается полуфабрикат брусничного сока.

Составим дифференциальные уравнения, описывающие производство полуфабриката из ягод брусники:

$$\begin{aligned} \frac{dz_{PLB}(t)}{dt} &= \lambda_{B,PLB} \cdot z_B \cdot t - \lambda_{PLB,SB} \cdot z_{PLB} \cdot t; \\ \frac{dz_{SB}(t)}{dt} &= \lambda_{PLB,SB} \cdot z_{PLB} \cdot t - \lambda_{SB,MB} \cdot z_{SB} \cdot t - \lambda_{SB,BB} \cdot z_{SB} \cdot t; \\ \frac{dz_{BB}(t)}{dt} &= \lambda_{SB,BB} \cdot z_{SB} \cdot t; \\ \frac{dz_{MB}(t)}{dt} &= \lambda_{SB,MB} \cdot z_{SB} \cdot t - \lambda_{MB,PB} \cdot z_{MB} \cdot t; \\ \frac{dz_{PB}(t)}{dt} &= \lambda_{MB,PB} \cdot z_{MB} \cdot t - \lambda_{PB,FSB} \cdot z_{PB} \cdot t - \lambda_{PB,OMB} \cdot z_{PB} \cdot t; \\ \frac{dz_{OMB}(t)}{dt} &= \lambda_{PB,OMB} \cdot z_{PB} \cdot t - \lambda_{OMB,BOB} \cdot z_{OMB} \cdot t; \\ \frac{dz_{BOB}(t)}{dt} &= \lambda_{OMB,OMB} \cdot z_{OMB} \cdot t - \lambda_{BOB,BVPB} \cdot z_{BOB} \cdot t; \\ \frac{dz_{FBS}(t)}{dt} &= \lambda_{PB,FBS} \cdot z_{PB} \cdot t - \lambda_{FBS,PBS} \cdot z_{FBS} \cdot t. \end{aligned}$$

**Процесс приготовления яблочного сока.** Яблоки попадают на приемный лоток  $PLY$ , далее по конвейеру они проходят блок-отсеиватель  $OTY$ , затем сырье поступает на мойку  $MY$ . После мойки яблоки проходят процесс сушки  $SY$ . После сушки яблоки попадают в соковыжималку  $PY$ , и после нее происходит отжим яблок. Отжатая часть попадает в блок с мякотью  $OMY$  и направляется в блок отходов  $BOY$ . В схеме предусмотрен блок вторичной переработки  $BVPY$ . Отжатая часть попадает в фильтр  $FYS$ , где происходит процесс фильтрации, на следующем этапе получаем полуфабрикат яблочного сока  $PYS$ .

Составим дифференциальные уравнения, описывающие производство полуфабриката из мелкоплодных яблок Сибири:

$$\begin{aligned} \frac{dz_{PBS}(t)}{dt} &= \lambda_{FBS,PBS} \cdot z_{FBS} \cdot t - \lambda_{PBS,KS} \cdot z_{PBS} \cdot t; \\ \frac{dz_{KS}(t)}{dt} &= \lambda_{PBS,KS} \cdot z_{PBS} \cdot t + \lambda_{KS,PYS} \cdot z_{KS} \cdot t - \lambda_{KS,DGP} \cdot z_{KS} \cdot t; \\ \frac{dz_{PLY}(t)}{dt} &= \lambda_{Y,PLY} \cdot z_B \cdot t - \lambda_{PLY,OTY} \cdot z_{PLY} \cdot t; \\ \frac{dz_{OTY}(t)}{dt} &= \lambda_{PLY,OTY} \cdot z_{PLY} \cdot t - \lambda_{OTY,MY} \cdot z_{OTY} \cdot t - \lambda_{OTY,BY} \cdot z_{OTY} \cdot t; \\ \frac{dz_{BY}(t)}{dt} &= \lambda_{OTY,BY} \cdot z_{OTY} \cdot t; \\ \frac{dz_{MY}(t)}{dt} &= \lambda_{OTY,MY} \cdot z_{OTY} \cdot t - \lambda_{MY,SY} \cdot z_{MY} \cdot t; \\ \frac{dz_{SY}(t)}{dt} &= \lambda_{MY,SY} \cdot z_{MY} \cdot t - \lambda_{SY,PY} \cdot z_{SY} \cdot t; \\ \frac{dz_{PY}(t)}{dt} &= \lambda_{SY,PY} \cdot z_{SY} \cdot t - \lambda_{PY,OMY} \cdot z_{PY} \cdot t - \lambda_{PY,FYS} \cdot z_{PY} \cdot t; \\ \frac{dz_{OMY}(t)}{dt} &= \lambda_{PY,OMY} \cdot z_{PY} \cdot t - \lambda_{OMY,BOY} \cdot z_{MY} \cdot t; \\ \frac{dz_{BOY}(t)}{dt} &= \lambda_{OMY,BOY} \cdot z_{OMY} \cdot t - \lambda_{BOY,BVPY} \cdot z_{BOY} \cdot t; \\ \frac{dz_{BVPY}(t)}{dt} &= \lambda_{BOY,BVPY} \cdot z_{BOY} \cdot t; \\ \frac{dz_{FYS}(t)}{dt} &= \lambda_{PY,FYS} \cdot z_{PY} \cdot t - \lambda_{FYS,PYS} \cdot z_{FYS} \cdot t. \end{aligned}$$

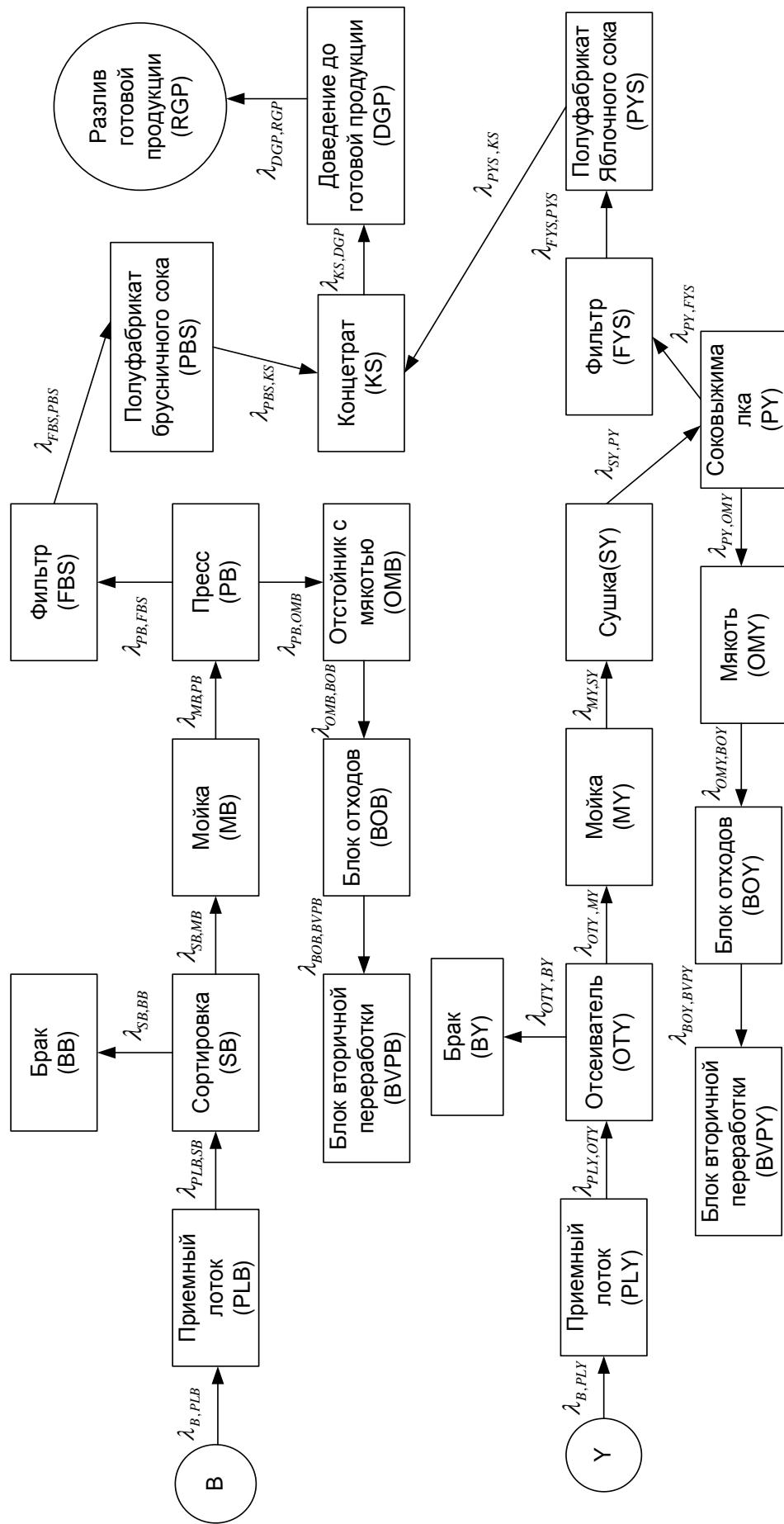


Рис. 1. Схема технологической линии для приготовления плодово-ягодного сока

**Конечный этап.** Два полуфабриката поступают в звено концентрации  $KS$ , где происходит смешивание двух видов сока. Смешанный сок попадает в блок доведения до готовой продукции  $DGP$ , затем происходит разлив готовой продукции  $RGP$ .

Составим дифференциальные уравнения, описывающие производство сока из мелкоплодных яблок и дикорастущих ягод Восточной Сибири:

$$\begin{aligned}\frac{dz_{PBS}(t)}{dt} &= \lambda_{FBS,PBS} \cdot z_{FBS} t - \lambda_{PBS,KS} \cdot z_{PBS} t; \\ \frac{dz_{KS}(t)}{dt} &= \lambda_{PBS,KS} \cdot z_{PBS} t + \lambda_{KS,PYS} \cdot z_{KS} t - \lambda_{KS,DGP} \cdot z_{KS} t; \\ \frac{dz_{PYS}(t)}{dt} &= \lambda_{FYS,PYS} \cdot z_{FYS} t - \lambda_{PYS,KS} \cdot z_{PYS} t; \\ \frac{dz_{DGP}(t)}{dt} &= \lambda_{KBS,DGP} \cdot z_{KBS} t - \lambda_{DGP,RGP} \cdot z_{DGP} t; \\ \frac{dz_{RGP}(t)}{dt} &= \lambda_{DGP,RGP} \cdot z_{DGP} t.\end{aligned}$$

Предложенная система дифференциальных уравнений вместе с начальными данными является аналитической моделью функционирования технологической линии. Расчеты при соотношении сырья  $m_Y:m_B$  и при процентных содержаниях  $\alpha_Y:\alpha_B$  показывают что перестроение технологических процессов происходит в 3 точках –  $t_1, t_2, t_3$  по временной структуре (рис. 2).

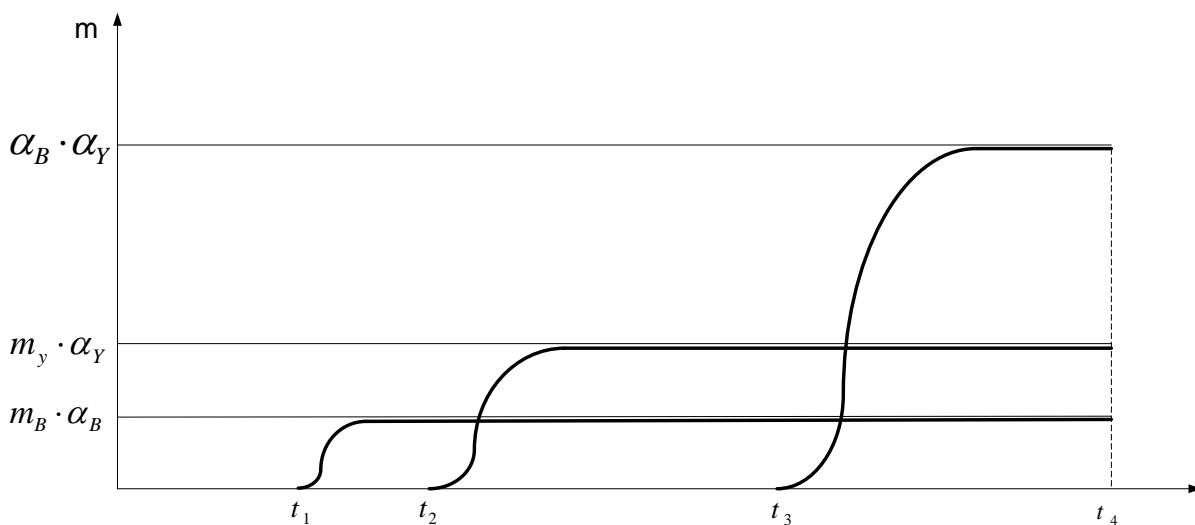


Рис. 2. Изменение массы сырья за период времени

Первым на выходе получается продукт брусничного сока в момент времени  $t_1$ . Вторым появляется яблочный сок в момент времени  $t_2$ . Это обусловлено тем, что сырья яблок загружают больше, чем ягод. В нашем опыте это 2:1. Сок смешивается в момент времени  $t_3$ . Завершением переработки массы сырья  $m_Y + m_B$  является момент времени  $t_4$ . Звено  $RGP$  является лимитирующим.

### Выводы

- Предложенная теоретическая модель проектирования технологической линии производства плодово-ягодного сока позволяет производить вычислительный эксперимент по выбору оптимальных режимных параметров по загрузке и интенсивности переработки сырья из мелкоплодных яблок и дикорастущих ягод Восточной Сибири в натуральный сок.
- Разработанная модель позволяет оптимизировать режимные параметры технологической линии под заданную рецептуру, определяющую соотношение сырья мелкоплодных яблок и дикорастущих ягод, а также процентное содержание их соков.

## Литература

1. Беляев А.А. Актуальные проблемы и перспективы инновационной аграрной экономики // Актуальные проблемы и перспективы инновационной аграрной экономики: тр. III всерос. науч.-практ. конф. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. аграр. ун-та, 2011.
2. Беляев А.А. Перспектива производства сока из мелкоплодных яблок Восточной Сибири // Технология и продукты здорового питания: сб. ст. VI междунар. науч.-практ. конф. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. аграр. ун-та, 2011.
3. Формирование научно-исследовательской системы аналитического мониторинга и моделирования / Н.В. Цугленок [и др.]; под общ. ред. Н.В. Цугленка. – Красноярск: Изд-во ФГУП НТЦ "Информрегистр", 2010. – 319 с.
4. Моделирование научно-технологических программ развития АПК / Н.В. Цугленок [и др.]; под общ. ред. Н.В. Цугленка. – Красноярск: Изд-во ФГУП НТЦ "Информрегистр", 2010. – 838 с.
5. Вентцель Е.С., Овчаров А.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учеб. пособие для вузов. – Изд. 2-е, стер. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.



УДК: 637.5

Т.В. Шарипова, Н.М. Мандро

### РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР РУБЛЕНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЯСОРАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

*В статье авторы дают обоснование и разработку технологии мясорастительных рубленых полуфабрикатов для геродиетического питания. Считают возможным замену части мясного сырья в традиционных рецептурных композициях оптимальным количеством нутовой муки, перловой крупы и овощных культур.*

**Ключевые слова:** мясорастительное сырье, телятина, нутовая мука.

T.V. Sharipova, N.M. Mandro

### FORMULATING THE CHOPPED HALF-FINISHED GOODS OF FUNCTIONAL PURPOSE ON THE MEAT AND PLANT RAW MATERIAL BASIS

*Substantiation and development of the meat and plant chopped half-finished goods technology for the heroic-healthy diet is given in the article by the authors. Meat raw material part substitution for the optimum quantity of pea meal, pearl barley and vegetable cultures is considered to be possible.*

**Key words:** meat and plant raw materials, veal, pea meal.

---

**Введение.** Нарушение пищевого статуса и неполноценность по энергетической, макро- и микронутриентной сбалансированности выпускаемой продукции для незащищенных групп населения является одной из причин снижения средней продолжительности жизни населения в России.

В настоящее время разработка продуктов функционального назначения осуществляется в основном на соевом сырье, однако незаслуженно забыта издревле использовавшаяся в пищу зернобобовая культура нут, обладающая рядом полезных свойств (полноценный макро- и микронутриентный состав), необходимых для функционального питания [2].

За счет снижения интенсивности обмена веществ у пожилых людей возникает потребность в разработке продуктов, не отягощающих пищеварительные процессы. В связи с этим рацион питания людей преклонного возраста должен содержать помимо жиров, белков, углеводов ряд микронутриентов – витамины,