

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств
Кафедра пищевой биотехнологии

С. П. ВАСИЛЕВСКАЯ В. Ю. ПОЛИЩУК, В. П. ПОПОВ

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ
ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ
(НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА
АБРИКОСОВОГО СОКА)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Оренбургский государственный
университет»

Оренбург 2007

УДК 66.01:663.4(07)

ББК 35я7

М 54

Рецензент

кандидат технических наук В.П. Ханин

Василевская, С. П.

М 54 Методика комплексной интегральной оценки эффективности технологии (на примере производства абрикосового сока) [Текст]: методические указания к практическим работам / С.П. Василевская, В.Ю. Полищук, В.П. Попов – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2007. – 14 с.

Пояснительная записка содержит 14 страниц, в том числе 1 рисунок, 3 таблицы, и электронную таблицу Excel (размером 26 КБ).

Методические указания содержат общие зависимости баланса сухих веществ и воды, порядок расчета количественного распределения исходных сырьевых компонентов и готовой продукции и отходов на примере производства абрикосового сока, методику расчета эффективности используемой технологии. Методические указания снабжены программой реализации предлагаемой методики в электронных таблицах Excel, приведены варианты исходных данных для расчетов.

Методические указания предназначены для выполнения практических работ студентами, обучающимися по программам высшего профессионального образования по специальностям 260601 – машины и аппараты пищевых производств и 260602 – пищевая инженерия малых предприятий при изучении дисциплины «Учебно-исследовательская работа студентов», а также студентами обучающимися по специальностям 260204 – технология бродильных производств и виноделие и 260505 – технология детского и функционального питания при изучении дисциплины «Методы исследования биотехнологических систем».

ББК 35я7

© С.П. Василевская, 2007

© ГОУ ОГУ, 2007

Содержание

1	Расчет количественного распределения исходных сырьевых компонентов в готовой продукции и отходах	4
1.1	Общие зависимости баланса сухих веществ и воды	4
1.2	Расчет материального баланса при производстве абрикосового сока	5
2	Расчет эффективности используемой технологии	8
3	Задание	14
	Список использованных источников	14

1 Расчет количественного распределения исходных сырьевых компонентов в готовой продукции и отходах

1.1 Общие зависимости баланса сухих веществ и воды

Исходные данные для расчета включают качественные и количественные показатели сырья, технологическую схему или операторную модель процесса, ассортимент выпускаемой продукции, нормы потерь различного вида и их качественную характеристику.

Расчет количественного распределения исходных сырьевых компонентов заключается в определении доли каждого исходного компонента в готовой продукции и отходах.

Технологический процесс производства любой продукции фактически заключается в перераспределении сухих веществ и влаги, а также в частичном преобразовании их в другие компоненты.

Определение количества сухих веществ, содержащегося в i -ом исходном компоненте, B_{Ci} производится по формуле

$$B_{Ci} = V_i \frac{100 - W_i}{100},$$

где V_i – норма расхода i -го компонента сырья на единицу продукции, кг;

W_i – влажность i -го компонента сырья, %.

Количество влаги, содержащееся в i -ом исходном компоненте, B_i определяется по формуле

$$B_i = V_i - B_{Ci}.$$

При объединении компонентов подсчитываются отдельно суммы: ΣV_i , ΣB_{Ci} , ΣB_i .

При отделении от смеси j -го отхода в количестве V_j^o с влажностью W_j^o в нем определяются следующие параметры:

- количество сухих веществ

$$B_{Cj}^o = V_j^o \frac{100 - W_j^o}{100};$$

- количество воды

$$B_j^o = V_j^o - B_{Cj}^o.$$

Количество сухих веществ B_{Cij}^o , отделенное от i -го компонента смеси, определяется по формуле

$$B_{Cij}^o = \beta_i B_{Cj}^o,$$

где $\beta_i = \frac{V_i}{\Sigma V_i}$ – массовая доля i –го компонента смеси.

Количество перешедшего из смеси в j –ый отход i –го компонента V_{ij}^o определяется по формуле

$$V_{ij}^o = \frac{100 B_{Cij}^o}{100 - W_j^o}.$$

Количество влаги i –го компонента, перешедшего из смеси в j –ый отход B_{ij}^o , составляет

$$B_{ij}^o = V_{ij}^o - B_{Cij}^o.$$

Количество полуфабриката $\Sigma V_i'$, влаги $\Sigma B_{Ci}'$ и сухих веществ $\Sigma B_i'$ в нем после отделения отхода определяется по формулам

$$\Sigma V_i' = \Sigma V_i - V_{ij}^o;$$

$$\Sigma B_{Ci}' = \Sigma B_{Ci} - B_{Cij}^o;$$

$$\Sigma B_i' = \Sigma B_i - B_{ij}^o.$$

Расчет сводится к последовательному добавлению количеств ингредиентов и отнятию количеств отходов согласно технологии производства вплоть до получения готовой продукции.

1.2 Расчет материального баланса при производстве абрикосового сока

Количество отходов V_j^o , кг, после переработки определяется по формуле:

$$V_j^o = \frac{\omega_j m_i^o}{100}, \quad (1)$$

где ω_j – процентное содержание потерь, при переработке, % ;

m_i^o – количество сырья до переработки, кг.

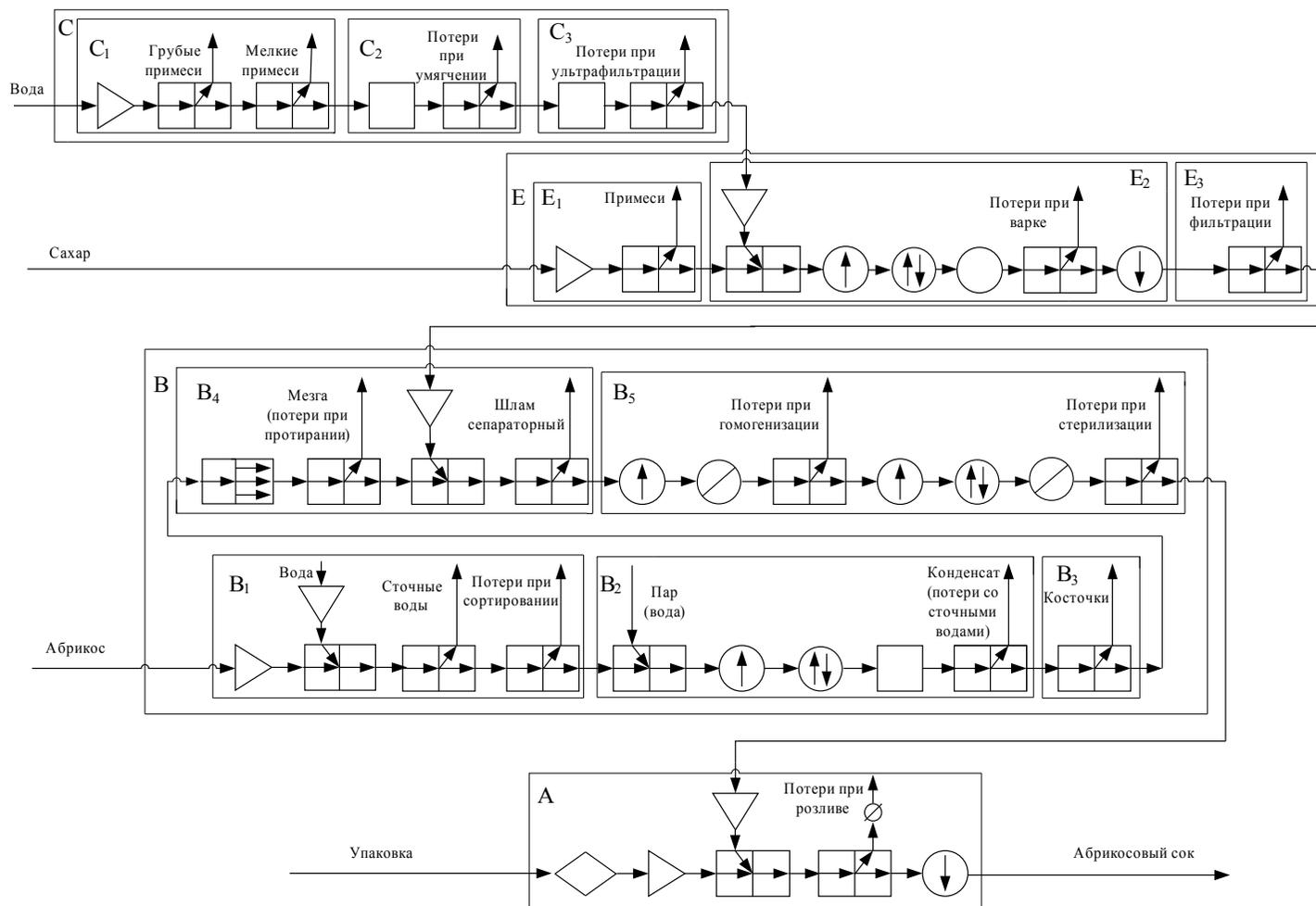
Количество сырья m_i , кг, после переработки определяется по формуле:

$$m_i = m_i^o - V_j^o. \quad (2)$$

Расчет производится на 100 кг абрикосов.

Количество сухих веществ и влаги в отходах всех видов определяется по формулам (11),(12).

Технология производства сока изображена операторной моделью (рисунок 1).

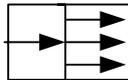
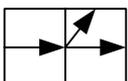
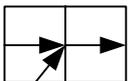
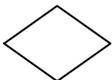


А – подсистема формирования товарного сока; В – подсистема подготовки абрикосового компонента сока; В₁ – блок подготовки абрикоса; В₂ – блок термической обработки абрикоса; В₃ – блок отделения неиспользованных частей; В₄ – блок извлечения абрикосового компонента; С – подсистема подготовки воды; С₁ – блок очистки от механических примесей; С₂ – блок очистки от физико-химических примесей; С₃ – блок очистки от микробиологических примесей; Е – подсистема приготовления сахарного сиропа; Е₁ – приготовление сахара; Е₂ – блок варки сахарного сиропа; Е₃ – блок очистки сахарного сиропа.

Рисунок 1 – Операторная модель производства абрикосового сока.

Расшифровка обозначений операторной модели приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Обозначения элементов операторной модели.

Содержание операции	Обозначение
Измельчение	
Разделение (отделение)	
Смешивание без сохранения поверхности раздела	
Сложный процесс (в данном случае брожение)	
Ориентирование	
Дозирование	
Нагревание	
Охлаждение	
Термостатирование	
Изменение агрегатного состояния	
Изменение направления потока (трехходовой кран)	

В соответствии с операторной моделью первоначально от воды отделяются примеси при очистке (подсистема С).

Далее отделяются примеси при очистке сахара (блок E₁).

Далее производится приготовление сиропа (подсистема С).

Далее производится подготовка абрикосового компонента (подсистема В).

Затем происходит смешивание абрикосовой мякоти и сахарного сиропа (блок В₄).

Далее эта смесь подвергается тепловой обработке (блок В₅).

Затем производится упаковка абрикосового сока (подсистема А).

2 Расчет эффективности используемой технологии

Эффективность использования передовых технологий по переработке отходов будем характеризовать критерием безотходности технологического процесса:

$$K_{\bar{o}} = 1 - \frac{\sum H_j^o V_j^o}{\sum H_i^c V_i^c},$$

где H_j^o – стоимость сырьевых компонентов, заложенная в единицу массы j -го вида отходов,

$$H_j^o = \sum H_i^c \beta_{ij}, \quad \sum \beta_{ij} = 1;$$

H_i^c – стоимость единицы массы i -го сырьевого компонента;

β_{ij} – доля i -го вида сырьевого компонента в j -ом виде отходов.

Совершенство получаемой из отходов продукции будем оценивать критерием глубины переработки сырья:

$$K_2 = 1 - \frac{\sum H_j^o V_j^o}{\sum H_l^n V_l^n - \sum (H_j^o + H_j^u) V_j^o},$$

где H_l^n и V_l^n – соответственно стоимость единицы массы l -го продукта, вырабатываемого из рассматриваемого сырья, и его масса;

H_j^u – стоимость нейтрализации единицы массы j -го отхода.

Имеется потребность во введении критерия экологичности технологического процесса. Насколько опасна для окружающей среды применяемая технологии по нейтрализации отходов будем оценивать критерием экологичности

$$K_3 = 1 - \frac{\sum H_j^u V_j^o}{\sum H_l^n V_l^n - \sum (H_j^o + H_j^u) V_j^o}.$$

Перечисленные критерии являются составляющей частью интегрального критерия эффективности технологического процесса

$$K_{m\bar{a}} = K_{\bar{o}} K_2 K_3.$$

Для расчета по предложенной методике использованы электронные таблицы Excel.

Схема заполнения ячеек приведена в таблице 2.
 Пример расчета приведен в таблице 3.

Таблица 2 - Пояснения к заполнению электронной таблицы Excel

Наименование показателя		Коды ячеек		
		Границ поля	Столбца	Отдельной ячейки
Исходное количество абрикосов, кг				E2
Влажность, %	абрикосовой мякоти			J2
	абрикосового сока			J3
Содержание сахара, %	в абрикосовой мякоти			J4
	в абрикосовом соке			J6
Потери, %	абрикосы	со сточными водами		E3
		при сортировании		E4
		с конденсатом		E5
		при отделении косточек		E6
		при протирании		E7
		шлам сепараторный		T2
	вода	при отделении грубых примесей		O8
		при отделении мелких примесей		O7
		при умягчении		O6
		при ультрафильтрации		O5
	сахар	при удалении		O4
	сахарный сироп	потери при варке		O3
		при фильтрации		O2
	абрикосовый сок	при гомогенизации		T3
		при стерилизации		T4
при розливе			T5	
Расчет материального баланса		A8-AC23		
Стоимость сырьевых компонентов, руб/кг		Y2-AA16		
Стоимость утилизации отходов, руб/кг			AG2-AG16	
Расчет эффективности используемой технологии		A24-X52		
Расчетные критерии	безотходности			G51
	глубины переработки сырья			L52
	экологичности			U50
	эффективности			X50

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1										
2	93		потери при фильтрации,%			0,2		шлам сепараторный,		
3	90		потери при варке,%			2		потери при гомогениз		
4	3		потери примеси,%			0,1		потери при стерилиз		
5	74,10805		потери при ультраф,%			0,1		потери при розливе,		
6	7		потери при умягчении.%			0,2				
/			мелкие примеси,%			0,5				
8			грубые примеси,%			1				
9	потери при		кол-во абр.		потери при оч.		кол-во абр.		потери при	
10	конд.		после конд.		от кост.		без косточек		протирации	
11	0,195412		97,51059		19,50212		78,00847		3,900424	
12										
13										
14										
15										
16										
17	варке		кол-во смеси		шлам сепараторный		кол-во смеси после			
18	0,505147		98,81073		0,197621		98,61311			
19	0,505147									
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27	умягч	кол-во воды перед удалением мелких примесей				потери при удалении мелких пр.				
28		21,821531				0,109108				
29	сырьевых компонентов, заложенных в единицу массы отходов, руб							(с учетом стоимости		
30								50,05		
31								50,1		
32								50,05		
33								50,1		
34								50,1		
35								20,1		
36								0,01		
37								4,0081		
38								0,16		
39								0,16		
40								0,21		
41								0,51		
42								38,55203		
43								38,60203		
44								38,50203		
45										
46										
47			сумма стоим. Комп-тов,перешедших в отходы с учетом стоимости утилизации							
48			1316,522							
49			стоимость готовой продукции							
50			2949,524							
51			Крит.глубины переработки сырья							
52			0,195448							

	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1					стоимость сырья		абрикосы	вода	сахар
2	%	0,2					50	0,01	20
3	ации,%	0,1					50	0,01	20
4	ции,%	0,2					50	0,01	20
5		0					50	0,01	20
6							50	0,01	20
7							50	0,01	20
8							50	0,01	20
9		кол-во абр.					50	0,01	20
10		после протир.					50	0,01	20
11		74,10805					50	0,01	20
12							50	0,01	20
13							50	0,01	20
14							50	0,01	20
15							50	0,01	20
16							50	0,01	20
17	удаления шлама		потери при		кол-во смеси после		потери при		кол-во сме
18			гомогенизации		гомогенизации		стерилизации		после сте
19			0,098613		98,51449		0,197029		98,31747
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27	имесей	кол-во воды перед удалением г			р.прим	потери при удал.гр.п		рим.	
28		22,04195				0,22042			
29	утил.)								
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47	ции отходов		стоимость утилизации отходов						
48			2,6880411						
49			критерий экологичности			критерий эффектив.техн.процесса			
50			0,998354			0,144586			
51									
52									

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
1		общие потери			стоимость утилизации отходов,			руб/кг	
2		потери со сточ.водами,%				0,05			
3		потери при сортировке,%				0,1			
4		потери при конд.,%				0,05			
5		потери при очистке от кост.,%				0,1			
6		потери при протираии,%				0,1			
7		потери примеси,%				0,1			
8		потери при варке,%				0			
9		потери при фильтрации,%				0,2			
10		грубые примеси,%				0,15			
11		мелкие примеси,%				0,15			
12		потери при умягчении,%				0,2			
13		потери при ультрафильтрации,%				0,5			
14		шлам сепараторный,%				0,1			
1b		потери при гомогенизации. %				0,15			
16		потери при стерилизации, %				0,05			
17	си								
18	рилизации	кол-во розлитого сока						цена сока	30
19		98,31747							
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									

3 Задание

1. Изучить технологию производства абрикосового сока по представленной на рисунке 1 операторной модели.
2. Изучить работу программного средства по примеру в таблице 3.
3. По согласованию с ведущим преподавателем выбрать факторы влияния на эффективность технологии и определить пределы изменения выбранных факторов.
4. Провести анализ эффективности технологии путем ввода в программное



Н:\Методичка\
Методичка\Таблица
средство [Таблица.xls](#) запланированных значений выбранных факторов в соответствии с таблицей 2.

5. Сделать выводы.

Список использованных источников

1. Фруктовые и овощные соки [Текст] : техника и технология / А. Н. Самсонова, В. Б. Ушева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1990. – 287 с.
2. Плодово-ягодные и овощные соки = Frucht-und Gemusesafte [Текст]: технология, химия, микробиология, аналитика, значение, законодательство: пер. с нем / У. Шобингер. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. – 472 с.
3. Технология продуктов для детского питания [Текст] / Г. И. Касьянов, В. А. Ломачинский, А. Н. Самсонова. – Ростов-на-Дону : МарТ, 2001. – 256 с.