МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
освітньої програми «Харчові технології»
галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво
спеціальності G13 Харчові технології
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 664
Т 38

До друку

Голова вченої ради факультету митної справи,
матеріалів та технологій ЛНТУ _____ В. В. Ткачук

Затверджено вченою радою факультету митної справи, матеріалів та технологій ЛНТУ, протокол № від 2026 року

Електронна копія друкованого видання передана для внесення
в репозиторій ЛНТУ
Директор бібліотеки _____ Н. П. Поліщук

Рекомендовано до видання на засіданні кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ, протокол № від 2026 року

Завідувач кафедри ХТХ ___ _____ І. М. Дударєв

Укладач:_____ І. М. Дударєв, доктор технічних наук, професор, професор кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

Рецензент:_____ С. Г. Панасюк, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

Відповідальний за випуск:_____І. М. Дударєв, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

Т 38 **Технологічні розрахунки** [Текст] : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньої програми «Харчові технології» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. І. М. Дударєв. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 103 с.

Конспект лекцій складено відповідно до робочої програми дисципліни «Технологічні розрахунки».

© І.М. Дударєв, 2026

ЗМІСТ

Вступ…… 4
Лекція № 1. Основні залежності технологічних розрахунків. Розрахунок харчової та енергетичної цінності продуктів харчування…….. 5
Лекція № 2. Розроблення та виведення харчових продуктів на споживчий ринок. Технологічна документація……... 14
Лекція № 3. Розрахунок рецептур продуктів харчування……... 31
Лекція № 4. Технологічні розрахунки виробництва хлібобулочних та макаронних виробів…… 40
Лекція № 5. Технологічні розрахунки виробництва молочної продукції……. 46
Лекція № 6. Технологічні розрахунки виробництва м'ясо-жирової та ковбасної продукції…… 54
Лекція № 7. Технологічні розрахунки виробництва консервованих харчових продуктів…….. 59
Лекція № 8. Технологічні розрахунки виробництва безалкогольних і лікеро-горілчаних напоїв та бродильних виробництв……. 68
Лекція № 9. Технологічні розрахунки під час зберігання та переробки зерна. 82
Лекція № 10. Розрахунок продуктивності обладнання та технологічної лінії. 93
Список використаних джерел…… 101

ВСТУП

Харчова промисловість є однією з найважливіших галузей, що призначена забезпечувати населення якісними продуктами харчування. На теперішній час виробництво харчових продуктів налагоджене в усіх країнах світу, воно забезпечує найбільшу кількість робочих місць та обсяги виробництва. Забезпечення організації харчових та переробних виробництв базується на проведенні технологічних розрахунків. Вони дають можливість визначити витрати сировини для виробництва будь-якого виду продукції, розрахувати виробничі рецептури харчових продуктів, їх енергетичну та харчову цінність, продуктивність технологічного обладнання і технологічної лінії, оптимізувати рецептури і виробництво, а також обґрунтувати вибір технологічного обладнання. Завдяки вмінню оперувати технологічними розрахунками можна забезпечити раціональне проведення технологічних процесів та економічну ефективність виробництва харчових продуктів.

Метою опорного конспекту лекцій є систематизувати відомості про технологічні розрахунки переробних і харчових виробництв, розрахунок продуктивності різного виду обладнання та складання технологічної документації. Опорний конспект лекцій допоможе здобувачам вищої освіти у засвоєнні основних алгоритмів проведення технологічних розрахунків.

У конспекті лекцій подані методики розрахунку параметрів, що характеризують властивості продуктів, харчової та енергетичної цінності сировини і продуктів, технологічних розрахунків під час зберігання, очищення, сушіння та зберігання зерна, при виробництві борошна, круп, хлібобулочних, кондитерських та макаронних виробів, рослинної олії, молочної, м’ясо-жирової та ковбасної продукції, спирту, алкогольних та безалкогольних напоїв, складання технологічної документації тощо. Також конспект лекцій надасть допомогу здобувачам вищої освіти у розрахунку теоретичної, технічної та експлуатаційної продуктивності обладнання й продуктивності технологічної лінії.

Під час підготовлення конспекту лекцій укладач використовував напрацювання, що є в навчально-методичній літературі та інших джерелах, що подані у списку використаних джерел.

Лекція № 1

Тема: ОСНОВНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ. РОЗРАХУНОК ХАРЧОВОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Використані джерела: [1б]

1.1 Основне рівняння технологічних розрахунків.

1.2 Розрахунок основних параметрів сировини та продукту.

1.3 Харчова та енергетична цінності продуктів харчування.

1.4 Потреба організму в харчових речовинах та засвоюваність продуктів харчування.

1.1 Основне рівняння технологічних розрахунків

У переробних та харчових виробництвах технологічні розрахунки здійснюють для визначення витрат сировини, напівфабрикатів і матеріалів та виходу готової продукції. Крім того, технологічні розрахунки передбачають визначення продуктивності технологічного обладнання та технологічної лінії.

В основі технологічних розрахунків є **рівняння матеріального балансу**, згідно з яким, маса сировини (напівфабрикату, продукту, відходів), що надійшла на переробку, рівна сумі маси готового продукту (продуктів) та маси втрат (відходів):

$$\sum_{i=1}^{n} m_{c.i} = \sum_{i=1}^{k} m_{n.i} + \sum_{i=1}^{l} m_{в.i} \,, \qquad (1.1)$$

де $m_{c.i}$ – маса i-ої сировини, *кг*;

$m_{n.i}$ – маса i-го готового продукту, *кг*;

$m_{в.i}$ – маса i-их відходів, *кг*;

n, k, l – відповідно, кількість видів сировини, готового продукту та відходів.

Для періодичних процесів матеріальний баланс складається для одного циклу, а для неперервних процесів – за одиницю часу. За необхідності матеріальний баланс може складатися для однієї технологічної операції, для її окремих стадій або для виробництва в цілому.

На основі матеріального балансу визначається **вихід готового продукту** $в_{n.}$, що є відношенням маси готового продукту до маси усієї сировини:

$$в_{n.} = \frac{m_{n.}}{\sum_{i=1}^{n} m_{c.i}} \cdot 100\% \,, \qquad (1.2)$$

де $в_{n.}$ – вихід готового продукту, %;

$m_{n.}$ – маса готового продукту, *кг*;

$m_{c.i}$ – маса i-ої сировини, *кг*.

1.2 Розрахунок основних параметрів сировини та продукту

До основних властивостей, що характеризують сировину та які необхідні для здійснення технологічних розрахунків, відносяться: густина, насипна густина, питома вага, питомий об'єм, концентрація, вміст компонента, вологість тощо. Від цих властивостей залежить норма витрати сировини, продуктивність обладнання та режим його роботи, продуктивність технологічної лінії, а також вихід готового продукту.

Густина сировини $\rho_{с.}$ – це маса одиниці об'єму однорідної сировини (*наприклад, яблуко, картоплина*, *зернина, вершкове масло тощо*):

$$\rho_{с.} = \frac{m_{с.}}{V_{с.}}, \tag{1.3}$$

де $\rho_{с.}$ – густина сировини, *кг*/*м*^{3};

$m_{с.}$ – маса сировини, *кг*;

$V_{с.}$ – об'єм сировини, *м*^{3}.

За виразом (1.3) також визначається густина напівфабрикату, готового продукту та відходів, якщо вони мають однорідну структуру (*наприклад, коржі, вершкове масло, халва, пюре, фарш тощо*).

Для сипкої сировини, що містить порожнини між дискретними частинками сировини (*наприклад, шар яблук, картоплі, зерна тощо*), визначається насипна густина. **Насипна густина сипкої сировини** $\rho_{н.с.}$ – це маса одиниці об'єму сипкої сировини з порожнинами:

$$\rho_{н.с.} = (1-\varepsilon_{пор.}) \cdot \rho_{с.} = \frac{m_{с.}}{V_{ш.с.}}, \tag{1.4}$$

де $\rho_{н.с.}$ – насипна густина сипкої сировини, *кг*/*м*^{3};

$\rho_{с.}$ – густина частинок сировини, *кг*/*м*^{3};

$\varepsilon_{пор.}$ – об'ємна пористість сипкої сировини;

$V_{ш.с.}$ – об'єм шару сипкої сировини, *м*^{3}.

Об'ємна пористість сировини $\varepsilon_{пор.}$ визначається за виразом:

$$\varepsilon_{пор.} = \frac{V_{пор.}}{V_{ш.с.}}, \tag{1.5}$$

де $V_{пор.}$ – об'єм порожнин у шарі сипкої сировини, *м*^{3};

$V_{ш.с.}$ – об'єм шару сипкої сировини, *м*^{3}.

Питома вага сировини $\gamma_{с.}$ – це вага сировини в одиниці об'єму, яка визначається залежно від виду сировини за виразами:

$$\gamma_{с.} = \frac{m_{с.} \cdot g}{V_{с.}} = \rho_{с.} \cdot g \ \text{ та } \ \gamma_{с.} = \rho_{н.с.} \cdot g, \tag{1.6}$$

де $\gamma_{с.}$ – питома вага сировини, *Н*/*м*^{3};

g – прискорення вільного падіння, *м*/*с*^{2}.

Питома маса сировини $\gamma_m^{с.}$ – це маса сировини в одиниці об'єму:

$$\gamma_m^{c.} = \frac{m_{c.}}{V_{c.}}, \tag{1.7}$$

де $\gamma_m^{c.}$ – питома маса сировини, *кг/м*^{3}.

Об'ємна концентрація розчину (об'ємний відсоток) c_V – це відношення об'єму розчиненої речовини до об'єму розчину (об'єм розчину визначається як сума об'ємів розчиненої речовини та розчинника), яке помножене на 100%:

$$c_V = \frac{V_{c.}}{V_{n.}} \cdot 100\%, \tag{1.8}$$

де c_V – об'ємна концентрація розчину (або об'ємний відсоток), % *об.*;
$V_{c.}$ – об'єм розчиненої речовини (сировини), *м*^{3} (або *л*);
$V_{n.}$ – об'єм розчину (продукту), *м*^{3} (або *л*).

Масова концентрація розчину c_m – це відношення маси розчиненої речовини до маси розчину (маса розчину визначається як сума мас розчиненої речовини та розчинника), яке помножене на 100%:

$$c_m = \frac{m_{c.}}{m_{n.}} \cdot 100\%, \tag{1.9}$$

де c_m – масова концентрація розчину, %;
$m_{c.}$ – маса розчиненої речовини (сировини), *кг*;
$m_{n.}$ – маса розчину (продукту), *кг*.

Титр розчину T – це маса розчиненої речовини в 1 *мл* розчину:

$$T = \frac{m_{c.}}{V_{n.}}, \tag{1.10}$$

де T – титр розчину, *г/мл*;
$m_{c.}$ – маса розчиненої речовини (сировини), *г*;
$V_{n.}$ – об'єм розчину (продукту), *мл*.

Вміст компонента в продукті $a_{c.}$ – це відношення маси компонента до маси продукту (вимірюється в частках одиниці або у відсотках):

$$a_{c.} = \frac{m_{c.}}{m_{n.}} \text{ або } a_{c.} = \frac{m_{c.}}{m_{n.}} \cdot 100\%, \tag{1.11}$$

де $a_{c.}$ – вміст компонента в продукті, %;
$m_{c.}$ – маса компонента, *кг*;
$m_{n.}$ – маса продукту, *кг*.

Вміст сухих речовин у сировині (масова частка сухих речовин) S – це відношення маси сухих речовин у сировині до маси сировини (вимірюється в частках одиниці або у відсотках):

$$S = \frac{m_S}{m_{c.}} \text{ або } S = \frac{m_S}{m_{c.}} \cdot 100\% = 100 - W_{в.}, \tag{1.12}$$

де S – вміст сухих речовин у сировині (масова частка сухих речовин), %;
m_S – маса сухих речовин у сировині, *кг*;

$m_{с.}$ – маса сировини, *кг*;

$W_{в.}$ – відносна вологість сировини, %.

Відносна вологість сировини $W_{в.}$ – це відношення маси води, що міститься у сировині, до маси сировини (визначається у відсотках):

$$W_{в.} = \frac{m_{в.}}{m_{с.}} \cdot 100\%, \tag{1.13}$$

де $W_{в.}$ – відносна вологість сировини, %;

$m_{в.}$ – маса води, що міститься у сировині, *кг*;

$m_{с.}$ – маса сировини, *кг*.

Абсолютна вологість сировини $W_{абс.}$ – це відношення маси води, що міститься у сировині, до маси сухих речовин, що містяться у сировині (визначається у відсотках):

$$W_{абс.} = \frac{m_{в.}}{m_S} \cdot 100\%, \tag{1.14}$$

де $W_{абс.}$ – абсолютна вологість сировини, %;

$m_{в.}$ – маса води, що міститься у сировині, *кг*;

m_S – маса сухих речовин, що містяться у сировині, *кг*.

1.3 Харчова та енергетична цінності продуктів харчування

Для побудови тканин організму та забезпечення процесів обміну речовин в організмі необхідні усі складові продуктів харчування, однак, до основних харчових речовин відносяться білки, жири, вуглеводи, вітаміни та мінеральні речовини. Потреба в енергії задовольняється в основному за рахунок білків, жирів та вуглеводів.

Харчова (поживна) цінність – поняття, що відображає усю повноту корисних властивостей харчового продукту, враховуючи необхідне забезпечення фізіологічних потреб людини в основних харчових речовинах, енергію та органолептичні показники. Характеризується хімічним складом харчового продукту з урахуванням його споживання в загальноприйнятій кількості. Харчова цінність розраховується як кількістю білків, жирів та вуглеводів в грамах, що міститься в 100 *г* продукту.

Енергетична цінність – кількість енергії, що звільняється з харчового продукту в організмі людини для забезпечення його фізіологічних функцій. Енергетична цінність E продуктів характеризується кількістю тепла, що виділяється в організмі людини при біохімічних реакціях. Її вимірюють в одиницях теплової енергії – кілокалоріях (*ккал*) чи одиницях енергії – кілоджоулях (*кДж*) (1 *ккал* = 4,184 *кДж*).

Відомо, що білки, жири, вуглеводи та інші нутрієнти (**нутрієнти** – складові частини натуральних харчових продуктів, які організм використовує для побудови, оновлення та нормального функціонування органів, тканин і клітин, а також як джерело енергії для виконання роботи і забезпечення життєдіяльності

організму в період спокою) при повному окисленні в організмі людини виділяють різну кількість теплової енергії:

1. 1 *г* вуглеводів – $к_в$ = 3,75 *ккал* (або 15,7 *кДж*);

2. 1 *г* жирів – $к_ж$ = 9,0 *ккал* (або 37,7 *кДж*);

3. 1 *г* білків – $к_б$ = 4,0 *ккал* (або 16,7 *кДж*);

4. 1 *г* органічних кислот:

- оцтова – $к_к$ = 3,5 *ккал* (або 14,6 *кДж*);

- яблучна – $к_к$ = 2,4 *ккал* (або 10,1 *кДж*);

- молочна – $к_к$ = 3,6 *ккал* (або 15,1 *кДж*);

- лимонна – $к_к$ = 2,5 *ккал* (або 10,5 *кДж*).

Якщо кислота невідома, тоді використовують коефіцієнт $к_к$ = 3,0 *ккал* (або 12,6 *кДж*).

Знаючи вказані енергетичні коефіцієнти, можна розрахувати калорійність будь-якого харчового продукту, якщо відомий його хімічний склад.

Енергетична цінність E продуктів харчування розраховується на 100 *г* (100 *мл*) продукту (його їстівної частини).

Для визначення теоретичної калорійності $E^{теор.}$, що характеризує енергетичну цінність продукту, необхідно калорійність поживних речовин, помножити на відсотковий вміст відповідних поживних речовин. Сума одержаних добутків – це теоретична $E^{теор.}$ калорійність 100 *г* продукту:

$$E^{теор.} = к_ж \cdot Ж + к_б \cdot Б + к_в \cdot В + к_к \cdot К \,, \qquad (1.15)$$

де $к_ж$, $к_б$, $к_в$, $к_к$ – калорійність 1 *г*, відповідно, жирів, білків, вуглеводів та кислот, *ккал* (або *кДж*);

$Ж$, $Б$, $В$, $К$ – відсотковий (або масовий) вміст, відповідно, жирів, білків, вуглеводів та кислот у 100 *г* продукту, % (або *г*).

За відомим значенням калорійності 100 *г* продукту можна визначити калорійність будь-якої його кількості. Знаючи теоретичну калорійність $E^{теор.}$, можна знайти практичну (фактичну) калорійність $E^{факт.}$ шляхом множення результату теоретичної калорійності на засвоюваність у процентах та діленням добутку на 100:

$$E^{факт.} = \frac{E_ж^{теор.} з_ж}{100} + \frac{E_б^{теор.} з_б}{100} + \frac{E_в^{теор.} з_в}{100} + \frac{E_к^{теор.} з_к}{100} \,, \qquad (1.16)$$

де $E_ж^{теор.} = к_ж Ж$, $E_б^{теор.} = к_б Б$, $E_в^{теор.} = к_в В$, $E_к^{теор.} = к_к К$ – теоретична калорійність, відповідно, жирів, білків, вуглеводів та кислот, *ккал* (або *кДж*);

$з_ж$, $з_б$, $з_в$, $з_к$ – коефіцієнти засвоювання, що характеризують засвоюваність організмом людини, відповідно, жирів, білків, вуглеводів та кислот, %.

Приклад: *визначити теоретичну* $E^{теор.}$ *та фактичну* $E^{факт.}$ *калорійність* 200 *г молока коров'ячого. Згідно довідкових даних визначаємо середній хімічний склад молока коров'ячого: жиру* – 3,2 *%; білків* – 3,5 *%; молочного цукру* – 4,7 *%.*

Розв'язок:

1. *Теоретична калорійність жирів у* 100 *г молока коров'ячого:*

$$E_{ж}^{теор.} = к_{ж} Ж = 9 \cdot 3{,}2 = 28{,}8 \text{ ккал.}$$

2. *Теоретична калорійність білків у* 100 *г молока коров'ячого:*

$$E_{б}^{теор.} = к_{б} Б = 4 \cdot 3{,}5 = 14{,}0 \text{ ккал.}$$

3. *Теоретична калорійність вуглеводів у* 100 *г молока:*

$$E_{в}^{теор.} = к_{в} В = 3{,}75 \cdot 4{,}7 = 17{,}6 \text{ ккал.}$$

4. *Теоретична калорійність* 100 *г молока коров'ячого:*

$$E^{теор.} = E_{ж}^{теор.} + E_{б}^{теор.} + E_{в}^{теор.} = 28{,}8 + 14{,}0 + 17{,}6 = 60{,}4 \text{ ккал.}$$

5. *Теоретична калорійність* 200 *г молока коров'ячого:*

$$E_{200}^{теор.} = E^{теор.} \cdot 2 = 60{,}4 \cdot 2 = 120{,}8 \text{ ккал} = 505{,}4 \text{ кДж.}$$

6. *Фактична калорійність* 100 *г молока коров'ячого (коефіцієнт засвоювання: жирів –* $з_{ж}$ = 94%*; білків –* $з_{б}$ = 84,5%*; вуглеводів –* $з_{в}$ = 95,6%*):*

$$E^{факт.} = \frac{E_{ж}^{теор.} з_{ж}}{100} + \frac{E_{б}^{теор.} з_{б}}{100} + \frac{E_{в}^{теор.} з_{в}}{100} =$$

$$= (28{,}8 \cdot 94):100 + (14{,}0 \cdot 84{,}5):100 + (17{,}6 \cdot 95{,}6):100 = 54{,}73 \text{ ккал} = 229 \text{ кДж.}$$

7. *Фактична калорійність* 200 *г молока коров'ячого:*

$$E_{200}^{факт.} = E^{факт.} \cdot 2 = 54{,}73 \cdot 2 = 109{,}46 \text{ ккал} = 458 \text{ кДж.}$$

1.4 Потреба організму в харчових речовинах та засвоюваність продуктів харчування

Для поповнення енергетичних затрат людині необхідна певна кількість харчів. Добова потреба людини в основних продуктах залежить від статі, віку, стану здоров'я, професії та фізичної активності протягом доби. Норми фізіологічної потреби в продуктах та енергії для дорослої людини представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Норми фізіологічної потреби в харчових речовинах та енергії для дорослої людини (18…59 років)

Харчові речовини	Потреба
Білки, *г*	58…117 (88)
Жири, *г*	60…154 (107)
Вуглеводи, *г*	257…586 (422)
Органічні кислоти, *г*	2
Енергетична цінність	2850 *ккал* (або 11900 *кДж*)

Приклад: *в* 200 *г пастеризованого коров'ячого молока міститься: білків –* 7 *г; жирів –* 6,4 *г; вуглеводів –* 9 *г. Добова потреба середньостатистичної людини складає: білків –* 88 *г; жирів –* 107 *г; вуглеводів –* 422 *г; органічної кислоти –* 2 *г; енергетична цінність* 2850 *ккал (*11900 *кДж). Визначити задоволення добової потреби організму середньостатистичної людини в основних харчових речовинах та енергії (**інтегральний скор** ІС) за споживання* 200 *г пастеризованого коров'ячого молока.*

Розв'язок: відсоток задоволення добової потреби організму середньостатистичної людини в основних харчових речовинах та енергії 200 *г пастеризованого коров'ячого молока становитиме (інтегральний скор):*

- *білки:* $ІС_б$ = 7 · 100/88 = 7,95%;
- *жири:* $ІС_ж$ = 6,4 · 100/107 = 6%;
- *вуглеводи*: $ІС_в$ = 9 · 100/422 = 2,1%;
- *енергетична цінність:* $ІС_Е$ = 119,4 *ккал*·100/2850 *ккал* = 4,2%.

Організм людини навіть за сприятливих умов використовує не всі речовини, що входять до складу їжі. Таким чином, ступінь засвоєння харчових продуктів організмом людини має важливе значення під час харчування. Засвоюваність продуктів харчування залежить від загальної сукупності їх властивостей: вмісту харчових речовин, зовнішнього вигляду, смакових властивостей, консистенції, складу та активності ферментів і деяких інших показників, наприклад температури плавлення жирів. Ступінь засвоєння харчових продуктів визначається за кількістю речовин, що всмоктуються у кров через стінки кишечника. Лише засвоєна організмом їжа використовується для клітин тканин та для одержання енергії. Щоб більш точно визначити енергетичну цінність продукту, необхідно враховувати процент засвоєння продукту організмом (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Коефіцієнти засвоювання *з* (%) продуктів під час змішаного харчування

Найменування групи продуктів	Білки	Жири	Вуглеводи
Овочі	80	95	85
Картопля	70	-	95
Фрукти, ягоди, горіхи	85	95	90
Борошно та хліб з нього, макаронні вироби, манна крупа, рис, геркулес	85	93	96
Бобові та крупи	70	92	94
Цукор	-	-	99
Кондитерські вироби, мед та варення	85	93	95
Рослинне масло та маргарин	-	95	-
Молоко, молочні продукти та яйця	96	95	98
М'ясо та м'ясопродукти, риба та рибопродукти	95	90	93

Під час теплового оброблення харчових продуктів також мають місце втрати поживних речовин. Узагальнені втрати нутрієнтів під час теплового кулінарного оброблення продуктів подані в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Узагальнені втрати *в* нутрієнтів під час теплового кулінарного оброблення продуктів, %

Продукти	Білки $в_б$, %	Жири $в_ж$, %	Вуглеводи $в_в$, %	Енергетична цінність, %
Рослинні	5	6	9	-
Тваринні	8	25	-	-
У середньому	6	12	9	10

Приклад: *визначити теоретичну і фактичну енергетичну цінність* 40 *г вареного курячого яйця та задоволення добової потреби організму людини в харчових речовинах та енергії.*

Розв'язок: в 100 *г курячого яйця міститься: білків* – 12,7%*; жирів* – 11,5%*; вуглеводів* – 0,7%*. В* 40 *г курячого яйця міститься (складається пропорція):*

- *білків:* $Б_{40}$ = 12,7 · 40/100 = 5,08 *г;*
- *жирів:* $Ж_{40}$ = 11,5 · 40/100 = 4,6 *г;*
- *вуглеводів*: $В_{40}$ = 0,7 · 40/100 = 0,28 *г.*

Знаючи калорійність 1 *г білків, вуглеводів та жирів, можна розрахувати теоретичну енергетичну цінність* 40 *г курячого яйця:*

- *білків:* $E_{б40}^{теор.}$ = 4,0 · 5,08 = 20,32 *ккал (або* 84,8 *кДж);*
- *жирів:* $E_{ж40}^{теор.}$ = 9,0 · 4,6 = 41,4 *ккал (або* 173,42 *кДж);*
- *вуглеводів*: $E_{в40}^{теор.}$ = 3,75 · 0,28 = 1,05 *ккал (або* 4,4 *кДж).*

Відповідно, теоретична енергетична цінність 40 *г курячого яйця:*

$$E_{40}^{теор.} = 20{,}32 + 41{,}4 + 1{,}05 =$$

$$= 62{,}77 \text{ ккал (або } 262{,}62 \text{ кДж).}$$

Ураховуючи коефіцієнт засвоювання яйця курячого та втрати в (%) *нутрієнтів під час варіння, розраховуємо фактичну енергетичну цінність* 40 *г вареного курячого яйця:*

- *білків:*

$$E_{б40}^{факт.} = E_{б40}^{теор.}(100 - (100 - з_б) - в_б)/100 =$$

$$= 20{,}32 \cdot (100 - 4 - 8)/100 = 17{,}88 \text{ ккал (або } 74{,}62 \text{ кДж);}$$

- *жирів*:

$$E_{ж40}^{факт.} = E_{ж40}^{теор.}(100 - (100 - з_ж) - в_ж)/100 =$$

$$= 41{,}4 \cdot (100 - 5 - 25)/100 = 28{,}98 \text{ ккал (або } 121{,}39 \text{ кДж);}$$

- *вуглеводів:*

$$E_{в40}^{факт.} = E_{в40}^{теор.}(100 - (100 - з_в) - в_в)/100 =$$

$$= 1{,}05 \cdot (100 - 2)/100 = 1{,}03 \text{ ккал (або } 4{,}31 \text{ кДж).}$$

Відповідно, фактична енергетична цінність 40 *г вареного курячого яйця з урахуванням коефіцієнта засвоюваності та втрат під час теплового оброблення складе:*

$$E_{40}^{факт.} = E_{б40}^{факт.} + E_{ж40}^{факт.} + E_{в40}^{факт.} =$$

$$= 17{,}88 + 28{,}98 + 1{,}03 = 47{,}89 \text{ ккал (або } 173{,}32 \text{ кДж).}$$

Визначимо відсоток задоволення добової потреби (інтегральний скор) організму середньостатистичної людини в основних харчових речовинах та енергії при споживання 40 *г курячого яйця (складається пропорція):*

- *білки:* $ІС_б = 5{,}08 \cdot 100/88 = 5{,}77\%$;
- *жири:* $ІС_ж = 4{,}6 \cdot 100/107 = 4{,}3\%$;
- *вуглеводи*: $ІС_в = 0{,}28 \cdot 100/422 = 0{,}07\%$;
- *енергетична цінність:* $ІС_Е = 47{,}89 \cdot 100 / 2850 = 1{,}68\%$.

Деякі продукти хоча і мають низьку енергетичну цінність, але є незамінними в харчуванні завдяки високому вмісту вітамінів (листові овочі) та важливих мікроелементів.

Існують також групи смакових продуктів, що не мають високої енергетичної цінності, але покращують смак та запах їжі, тим самим сприяють кращому її засвоєнню (сіль, прянощі, харчові кислоти).

Для визначення харчової та енергетичної цінності готових до вживання продуктів необхідно:

1. Точно знати склад продуктів, що входять до рецептури, їх сорт, жирність, категорію тощо.

2. Кількість цих продуктів у грамах.

Для визначення харчової та енергетичної цінності необхідно використовувати набір продуктів, які входять до складу готової до вживання продукції за вагою “нетто” (**нетто** – маса товару без упаковки, тари; **брутто** – маса товару з упаковкою, тарою).

Склад продуктів має за необхідністю включати сіль, оцет, спеції, вітаміни та мінеральні речовини, що додаються, дріжджі тощо (якщо вони не є основними компонентами готового до вживання продукту). Ці компоненти не розраховують, оскільки вони використовуються в малій кількості і не впливають на загальний склад, а, відповідно, на енергетичну цінність готового до вживання продукту, однак вони проявляють біологічну активність.

Розрахунок харчової на енергетичної цінності продуктів проводять за допомогою довідкової літератури. Втрати під час технологічного оброблення продуктів враховуються окремо. Відповідно, якщо необхідно встановити харчову та енергетичну цінність готового до вживання продукту, необхідно врахувати втрати при технологічному обробленні, зокрема тепловому.

Для швидкого та наближеного розрахунку використовують величини сумарних втрат нутрієнтів за різних способів теплового оброблення. У таблиці 1.3 подані середні дані втрат харчових речовин у рослинних та тваринних продуктах з урахуванням двох найбільш розповсюджених видів теплового оброблення – варіння та смаження.

Лекція № 2

Тема: РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВИВЕДЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НА СПОЖИВЧИЙ РИНОК. ТЕХНОЛОГІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

Використані джерела: [7б, 1д-8д]

2.1 Послідовність розроблення нового харчового продукту та виведення його на ринок.

2.2 Технологічна документація.

2.1 Послідовність розроблення нового харчового продукту та виведення його на ринок

Новий харчовий продукт – це харчовий продукт включно з інгредієнтами такого харчового продукту, що ще не виходив на споживчий ринок України (Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» (від 06 вересня 2005 року, № 2809-IV)).

Послідовність етапів розроблення нового харчового продукту та виведення його на ринок подана на рис. 2.1.

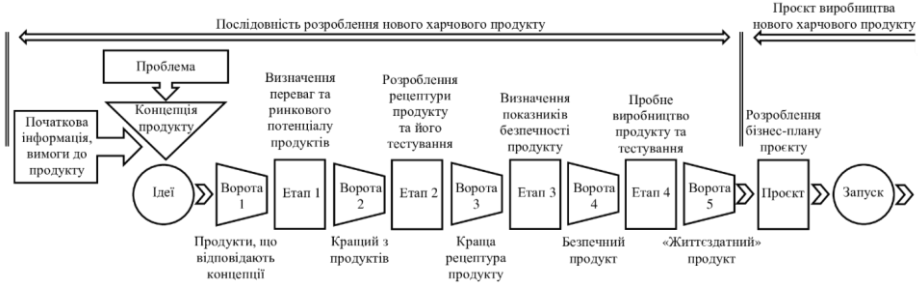


Рисунок 2.1 – Послідовність розроблення нового харчового продукту та виведення його на ринок

Необхідно з’ясувати причини появи проблеми на ринку харчових продуктів, які наслідки вона зумовлює та можливі шляхи вирішення. Аналіз проблеми дозволить правильно сформулювати мету та завдання розроблення нового крафтового харчового продукту. Для формулювання проблеми необхідно використовувати точні визначення та вказувати зацікавлену в її вирішенні цільову аудиторію, наприклад, на ринку недостатній асортимент «здорових» снеків для прихильників здорового харчування.

Для вирішення певної проблеми на ринку харчових продуктів, що потребує розроблення нового харчового продукту, аналізують цільову аудиторію, для якої призначено продукт, її потреби та побажання, а також властивості продуктів-конкурентів, які вже представлені на ринку для задоволення потреб цієї цільової аудиторії. Аналіз цільової аудиторії передбачає складання профілю споживача,

визначення атрибутів харчового продукту, які для нього важливі, та факторів, якими він керується при виборі харчових продуктів.

Профіль споживача – це характеристика типового споживача харчової продукції, що дозволяє краще зрозуміти його потреби та запропонувати для нього продукт, який би вирішував його проблеми. Профіль споживача може містити кілька груп характеристик:

- демографічні: вік, стать, етнічне походження, релігійна самоідентифікація, сімейний стан;
- географічні: місце проживання (сільська місцевість, місто), кліматичні умови;
- психографічні: тип особистості, інтереси, хобі, цінності, проблеми, звички, стиль життя;
- соціально-економічні: освіта, професія, місце роботи/навчання, рівень доходів;
- поведінкові: харчові стереотипи, очікувані вигоди від споживання продукту, частота споживання продукту, ступінь потреби в продукті, привід для купівлі продукту, важливі для вибору продукту атрибути, фактори, які мотивують купувати харчовий продукт.

Цільову аудиторію доцільно поділити на групи (сегментувати) за подібними характеристиками, наприклад, стать, вік чи рівень доходів, що дозволить краще проаналізувати потреби споживачів цього сегменту ринку та надалі обчислити збут, визначити канали комунікації та розробити стратегію продажів нового харчового продукту.

Для визначення потреб певного сегменту споживачів проводять їх опитування. Під час опитування визначають загальні думки та ставлення споживачів до характеристик певної групи харчових продуктів, для якої необхідно розв'язати проблему, зокрема, щодо складу, поживної та енергетичної цінності, органолептичних властивостей, показників безпечності, способу приготування продукту, матеріалу та зовнішнього вигляду паковання, вартості продукту тощо. Також визначають очікування споживачів від нових харчових продуктів у цій групі.

Опитування може проводитися у фокус-групах по 6–8 споживачів із загальною кількістю 30–60 осіб (іноді до 200 осіб). У фокус-групах, внаслідок обговорення, можна з'ясувати ставлення реальних та потенційних споживачів до харчових продуктів цієї групи, виявити сильні та слабкі сторони продуктів, виявити мотивації, що спонукають споживачів купувати продукти, а також з'ясувати канали отримання інформації щодо продуктів і місця їх купівлі. Важливо також з'ясувати, які атрибути харчового продукту цієї групи є найважливішими для споживачів та що вони хочуть відчувати/досягти, коли вони купують/уживають продукт та після уживання.

Думка споживачів є визначальною щодо перспективності нового харчового продукту, оскільки продукт буде користуватися попитом лише тоді, коли він відповідає потребам та стилю життя споживачів. Необхідно пам'ятати, що споживач завжди порівнює харчові продукти різних брендів за багатьма

критеріями перед тим, як прийняти остаточне рішення щодо купівлі продукту. Також після споживання придбаного харчового продукту у споживача виникає задоволення або незадоволення ним і приймається рішення чи «залишитися» з цим продуктом/брендом надалі.

Для розроблення чи удосконалення крафтового харчового продукту важливо знати атрибути (властивості продукту), які відображають приховані потреби і прагнення споживачів. Деякі з універсальних атрибутів харчових продуктів:

- багатофункціональність продукту – характеризує можливість використання харчового продукту в якості інгредієнта для інших продуктів;
- безпечність продукту – характеризує безпечність харчового продукту для споживачів;
- готовність продукту – характеризує стан готовності харчового продукту до споживання (готовий до споживання чи потребує додаткового приготування);
- доступність продукту – характеризує доступність харчового продукту для споживачів за ціною;
- екологічність продукту – характеризує спосіб виготовлення харчового продукту, на всіх стадіях виробництва якого не використовують хімічні речовини, добавки і методи, що шкідливі для екосистеми і здоров'я людини;
- естетичність продукту – характеризує привабливість для споживачів зовнішнього вигляду харчового продукту та/або його пакування, зокрема, раціональність форми продукту чи пакування, досконаліть їх виробничого виконання і стабільність товарного виду;
- індивідуальне дозування продукту – характеризує обмеження споживання продукту для різних категорій споживачів з урахуванням його складу;
- корисність продукту – характеризує склад, харчову та енергетичну цінність харчового продукту;
- придатність продукту – характеризує термін придатності харчового продукту;
- простота використання продукту – характеризує складність доведення харчового продукту до стану придатності до споживання;
- розширення асортименту продукту – характеризує можливість розширення асортименту харчового продукту;
- сенсорна привабливість продукту – характеризує органолептичні властивості (зовнішній вигляд, смак, запах, колір, консистенція тощо) харчового продукту, які роблять його привабливим для споживача;
- унікальність продукту – характеризує особливість харчового продукту, що виокремлює його з-поміж інших подібних;
- функціональність продукту – характеризує призначення харчового продукту (оздоровчий, профілактичний тощо).

Фактори, які мотивують споживачів купувати харчові продукти, поділяють на дев'ять груп:

1. Фактори впливу продукту на здоров'я:

- містить багато вітамінів та мінеральних речовин;

- зберігає здоров’я;
- поживний;
- високий вміст білків;
- позитивно впливає на шкіру/зуби/волосся/нігті тощо;
- високий вміст клітковини.
2. Фактори впливу продукту на настрій:
- допомагає впоратися зі стресом;
- допомагає справлятися з життям;
- допомагає розслабитися;
- допомагає заспокоїтися;
- підбадьорює;
- сприяє кращому самопочуттю.
3. Фактори готовності продукту до споживання:
- готовий до споживання;
- можна дуже легко приготувати;
- потрібен час, щоб приготувати.
4. Фактори сенсорних властивостей продукту:
- приємно пахне;
- привабливий зовнішній вигляд;
- приємна текстура;
- приємний смак.
5. Фактори натуральності компонентів/інгредієнтів продукту:
- не містить добавок;
- містить натуральні компоненти/інгредієнти;
- не містить штучних інгредієнтів.
6. Фактори ціни продукту:
- недорогий;
- дешевий;
- хороше співвідношення ціни та якості.
7. Фактори впливу споживання продукту на масу тіла споживача:
- має низьку калорійність;
- допомагає контролювати масу тіла;
- має низький вміст жиру;
- має низький вміст цукру.
8. Фактори знання продукту:
- зазвичай споживаю (традиційний продукт);
- знайомий;
- схожий до продуктів, що споживалися в дитинстві.
9. Етичні фактори споживання продукту:
- походить з країни, яку я політично схвалюю;
- має чітке позначення країни походження;
- упакований екологічно чистим способом.

Концепція харчового продукту

На основі зібраної початкової інформації та вимог до нового крафтового харчового продукту складають його концепцію. Концепція має містити інформацію щодо:

- категорії харчового продукту;
- поведінки споживача з харчовим продуктом (купівля, приготування, споживання, утилізація);
- розв'язання певної проблеми на ринку харчових продуктів;
- цільової аудиторії нового продукту;
- унікальності нового продукту;
- сукупності властивостей (атрибутів) нового продукту;
- корисності нового продукту для споживачів;
- відмінності нового продукту від представлених на ринку;
- використаної сировини (інгредієнтів);
- технології (способу) виготовлення;
- вигоди для виробників нового продукту;
- безпечності нового продукту;
- паковання для продукту (тип, матеріал, дизайн етикетки, інформація, екологічність, безпечність);
- вартості нового продукту;
- доступності для споживача.

Приклад концепції нового крафтового харчового продукту («здорових» снеків) подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Концепція «здорових» снеків

Складові концепції продукту	Опис складових концепції продукту
1	2
Категорія харчового продукту	Снеки
Поведінка споживача з продуктом	Купівля, споживання
Розв'язок проблеми	Розширення асортименту фруктово-овочевих снеків для прихильників здорового харчування
Цільова аудиторія продукту	Прихильники здорового харчування, вегани, вегетаріанці
Унікальність продукту	Поєднання кількох видів фруктово-овочевої сировини в одному снеку
Основні атрибути продукту	Унікальний, готовий до споживання, корисний, сенсорно привабливий, безпечний, екологічний, доступний за ціною, розширює асортимент внаслідок різних комбінацій інгредієнтів

1	2
Корисність продукту для споживача	Містить вітаміни, макро- та мікроелементи, якими багаті свіжі фрукти, овочі та насіння; низький вміст жиру; не містить доданого цукру
Відмінність продукту від подібних	Технологія виготовлення дозволяє максимально зберегти в продукті нутрієнти, які містяться в фруктово-овочевій сировині; можливість комбінувати різні види сировини в одному продукті залежно від смакових уподобань споживачів
Інгредієнти (компоненти) продукту	Фрукти, овочі, насіння
Спосіб виготовлення	Нарізування, бланшування, сушіння
Вигоди для виробника продукту	Можливість розширення виробництва та вихід на нові внутрішні й зовнішні ринки
Безпечність продукту	Продукт безпечний за мікробіологічними показниками, вмістом токсичних елементів, мікотоксинів, радіонуклідів та пестицидів
Пакування для продукту	Пакет-подушка, PET-плівка (металізована), яскрава етикетка, інформація відповідно до вимог законодавства, безпечна
Вартість продукту	Доступний для споживачів з низьким рівнем доходів
Доступність для споживача	Роздрібна торгівля

Генерування ідей

Наступним кроком є генерування ідей нового харчового продукту для вирішення посталої проблеми, тобто створення ціннісної пропозиції. Як правило, пропонують кілька ідей, які перевіряють на відповідність концепції нового продукту, що дозволяє вибрати найбільш перспективні з них. Доцільно провести **SWOT-аналіз** запропонованих ідей-продуктів.

Абревіатуру SWOT розшифровують як:

- S (Strengths) – переваги нового чи удосконаленого харчового продукту, які відрізняють його від харчових продуктів, що представлені на ринку;

- W (Weaknesses) – недоліки нового чи удосконаленого харчового продукту порівняно з продуктами, що представлені на ринку;

- O (Opportunities) – зовнішні можливості, які можна використати для удосконалення харчового продукту чи успішного його виведення на ринок;

- T (Threats) – зовнішні загрози, які можуть зашкодити харчовому продукту або його просуванню на ринок.

Основою SWOT-аналізу є метод мозкового штурму, що проводять із залученням експертів певної групи харчових продуктів. Чим більше думок щодо зовнішніх можливостей та загроз для продукту, а також оцінок його переваг і недоліків, тим більш об’єктивним буде його аналіз. За результатами SWOT-

аналізу ідеї можуть бути відкинуті, наприклад, якщо властивості продукту не відповідають зазначеним у концепції або ж подібні харчові продукти вже існують або для їх виробництва необхідна дорога сировина чи значні витрати на виробництво, що зробить цей продукт недоступним для широкого кола споживачів. Або ж напрацьовують стратегії усунення недоліків запропонованого продукту чи зменшення негативного впливу зовнішніх загроз для нього.

Приклад SWOT-аналізу ідеї-продукту подано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – SWOT-аналіз ідеї-продукту «здорові» снеки

Переваги продукту (S)	**Недоліки продукту (W)**
1. Дешева сировина. 2. Попит на продукт на ринку серед прихильників здорового харчування. 3. У рецептурі продукту використовують лише фрукти, овочі та насіння. 4. Застосовують метод термічного оброблення, що мінімізує втрати поживних речовин у продукті. 5. Продукт готовий до споживання. 6. В одному продукті можна комбінувати кілька видів сировини. 7. Продукт не містить штучних ароматизаторів, барвників тощо.	1. Менш яскравий смак і аромат, ніж у чипсів зі штучними смаковими добавками та ароматизаторами. 2. При виробництві продукту утворюються відходи (шкірка, неякісні частини фруктів і овочів).
Зовнішні можливості для продукту (O)	**Зовнішні загрози для продукту (T)**
1. Більшість споживачів віддає перевагу доступній за ціною продукції. 2. Подальша популяризація здорового харчування серед різних верств населення. 3. Широкий асортимент рослинних інгредієнтів, які можуть збагатити продукт поживними речовинами та урізноманітнити смак.	1. Зростання цін на сировину та комунальні послуги. 2. Поява на ринку подібної продукції від конкурентів. 3. Зменшення попиту під час сезону свіжих фруктів і овочів.

Стратегії усунення недоліків продукту та зменшення негативного впливу зовнішніх загроз для прикладу (таблиця 2.2):

- комбінувати різні види рослинної сировини (наприклад, сублімовані фруктово-ягідні порошки) для збагачення продукту поживними речовинами, насичення смаком та ароматом;
- використовувати більш дешеву локальну сировину;

- використовувати енергозберігаючі технології виробництва;
- запропонувати способи використання відходів виробництва.

Розроблення рецептури продукту та його тестування

Розробляють кілька модельних композицій вибраного харчового продукту з різним співвідношенням інгредієнтів у рецептурі. Виготовляють зразки модельних композицій продукту та проводять їх тестування, що передбачає оцінювання групою експертів композицій за органолептичними показниками та визначення їх основних фізико-хімічних показників, тобто визначають якість модельних композицій. Відповідно до Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» (від 06 вересня 2005 року, № 2809-IV), **якість харчового продукту** – це ступінь досконалості його властивостей та характерних рис, що здатні задовольнити потреби (вимоги) та побажання споживачів цього продукту. За результатами тестування вибирають найкращу модельну композицію продукту. Найкращу модельну композицію (рецептуру) продукту вибирають з урахуванням результатів оцінювання продукту експертами та порівняння його фізико-хімічних показників з показниками, що зазначені в нормативних документах на цей вид харчових продуктів, або ж з показниками, що мають кращі зразки подібних продуктів, які представлені на ринку.

Визначають показники безпечності продукту (мікробіологічні показники, вміст токсичних елементів, мікотоксинів, радіонуклідів та пестицидів), допустимий строк (термін) придатності та обґрунтовують умови зберігання продукту. Згідно з Законом України «Про безпечність та якість харчових продуктів» (від 06 вересня 2005 року, № 2809-IV), **безпечний харчовий продукт** – це харчовий продукт, який не створює шкідливого впливу на здоров'я людини безпосередньо чи опосередковано за умов його виробництва та обігу з дотриманням вимог санітарних заходів і споживання (використання) за призначенням.

Обов'язкові показники (параметри) безпечності харчового продукту – це науково обґрунтовані та затверджені у встановленому законодавством порядку параметри, зокрема, максимальні межі залишків, максимальні рівні, допустимі добові дози, рівні включень забруднюючих речовин у харчовому продукті, недотримання яких може призвести до його шкідливого впливу на здоров'я людини. Забруднюючою речовиною може бути будь-яка біологічна речовина, зокрема організми, мікроорганізми та їх частини, або хімічна речовина, стороння домішка чи інша речовина, що ставить під загрозу безпечність та придатність цього продукту. Отже, харчовий продукт є небезпечним, якщо він є шкідливим для здоров'я людини та/або непридатним для споживання.

Відповідно до законодавства (Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» (від 06 вересня 2005 року, № 2809-IV)) **строк придатності харчового продукту** – це проміжок часу, упродовж якого, у разі додержання відповідних умов зберігання, транспортування, харчовий продукт зберігає відповідність обов'язковим параметрам безпечності та мінімальним специфікаціям якості.

Назва продукту – це описова назва харчового продукту, яка має відповідати чинному законодавству України. Як правило, харчові продукти мають офіційну назву, яка визначена нормативно-правовим актом або національним стандартом. Назви усіх харчових продуктів мають відповідати вимогам Закону України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів» (від 06 грудня 2018 року, № 2639-VIII), зокрема:

- описувати харчовий продукт у такий спосіб, щоб споживач зміг дізнатися про категорію харчового продукту та вирізнити його з-поміж інших подібних харчових продуктів;
- містити або супроводжуватися інформацією щодо фізичного стану продукту або його спеціального оброблення (наприклад, продукт копчений, розморожений, швидко заморожений, порошкоподібний, концентрований, опромінений, піддавався дії іонізуючого випромінювання тощо);
- містити інформацію щодо наявності доданих білків із зазначенням їх походження для м'ясних продуктів, м'ясних напівфабрикатів та рибних продуктів;
- містити інформацію щодо наявності доданої води (> 5%) для м'ясних продуктів та м'ясних напівфабрикатів у формі порізаного чи порційного м'яса, туш чи їх частин, а також для рибних продуктів і готових рибних продуктів у формі шматків, порцій, філе або цілого рибного продукту;
- містити зазначення «сформоване зі шматків м'яса» чи «сформоване зі шматків риби» для м'ясних продуктів, м'ясних напівфабрикатів та рибних продуктів, що містять різні шматки, які поєднані іншими інгредієнтами, зокрема харчовими добавками та харчовими ензимами, або в інший спосіб;
- містити інформацію щодо використання неїстівних оболонок для ковбас і сосисок.

2.2 Технологічна документація

Технологічна документація на виробництві

Для забезпечення безпечності та високих показників якості харчових продуктів їх виробництво має відбуватися за нормативно-технологічною документацією. У випадку відсутності державних стандартів на певний вид харчових продуктів, суб'єкти господарювання розробляють власні технічні умови (ТУ) на кожен конкретний вид або групу продуктів та, відповідно, технологічну документацію (технологічну інструкцію, технологічну інструкцію до ДСТУ, рецептуру тощо). Технологічна документація визначає послідовність, режими і параметри технологічних процесів, що ураховують особливості технічного оснащення підприємства.

Технічні умови – це нормативний документ, що встановлює технічні вимоги, яким має відповідати харчовий продукт, та визначає процедури, за допомогою яких можуть бути встановлені чи дотримані такі вимоги (СОУ КЗПС 74.9-02568182-003:2016. Технічні умови України. Настанови щодо типової побудови, викладення, оформлення, позначення, прийняття та надання чинності.

Видання офіційне. Київ : ДП «Укрметртестстандарт», 2016. 47 с.). Зокрема, у документі встановлюються вимоги щодо якості, безпечності та строку придатності до споживання продукту (групи подібних продуктів), необхідні і достатні для ідентифікації продукту, контролювання його якості та безпечності під час виготовлення, зберігання та транспортування (ДСТУ-Н 7182:2010. Молочна та м'ясна промисловість. Правила розроблення, оформлення та вимоги до змісту технологічної інструкції. Видання офіційне. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 22 с.). Технічні умови містять титульний аркуш та розділи: сфера застосування, технічні вимоги, вимоги безпеки, вимоги охорони довкілля, правила приймання, методи контролювання, методи транспортування, методи зберігання, рекомендації щодо застосування, гарантії виробника. Позначає технічні умови їх власник відповідно до структури, що подана на рис. 2.2.

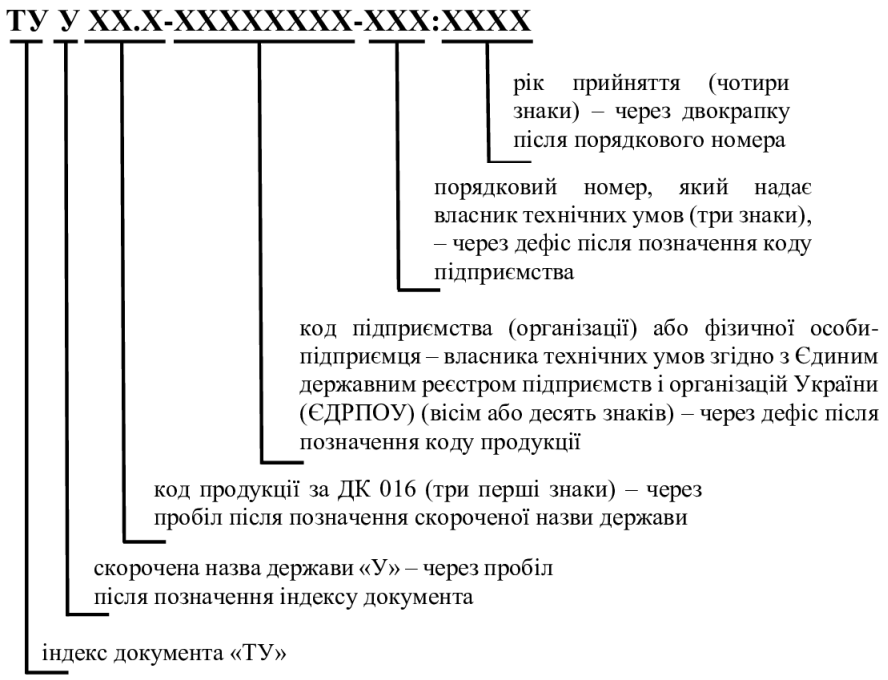


Рисунок 2.2 – Структура позначення технічних умов (ТУ) (СОУ КЗПС 74.9-02568182-003:2016) [2]

Технологічний документ – це затверджений в установленому порядку документ, який окремо чи в сукупності з іншими документами визначає технологічний процес виготовлення харчового продукту та є обов'язковим для виробника (ДСТУ-Н 7182:2010).

Технологічна інструкція – це документ, який розробляють на виробництво певного виду продукту (групи подібних продуктів), що містить вимоги до технології виробництва продукту, починаючи від вхідного контролювання сировини, контролювання параметрів усіх технологічних операцій і технологічного процесу в цілому, до приймального контролювання готового продукту. Технологічна інструкція містить титульний аркуш, зміст, основну частину, додатки, аркуш реєстрації змін. Основна частина містить розділи: сфера застосування, нормативні посилання, познаки та скорочення, характеристика готового продукту, характеристика сировини та матеріалів, початкове (вхідне) контролювання сировини та матеріалів, технологічний процес виробництва продукту, транспортування та зберігання продукту, контролювання виробництва, санітарно-гігієнічні вимоги, вимоги щодо безпеки виробництва, вимоги щодо охорони довкілля та утилізації відходів, бібліографію (ДСТУ-Н 7182:2010).

Технологічна інструкція до ДСТУ – це документ, який розробляють на виробництво певного виду продукту (групи подібних продуктів), вимоги до якого (яких) встановлено державним стандартом (ДСТУ-Н 7182:2010).

Рецептура – це технологічний документ, що містить унормований склад усіх видів сировини, компонентів та матеріалів для виробництва встановленої кількості готового продукту з відповідними властивостями (ДСТУ-Н 7182:2010).

Правила розроблення, оформлення та вимоги до змісту технологічної документації подані в державному стандарті ДСТУ-Н 7182:2010.

У випадку нової крафтової кулінарної продукції, булочних чи борошняних кондитерських виробів для розроблення технологічної документації (технологічної карти) керуються вимогами наказу Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України «Про затвердження Правил роботи закладів (підприємств) ресторанного господарства» (від 24 липня 2002 року, № 219), відповідно до яких **технологічна документація на вироби** – це документація із зазначенням опису технологічного процесу виробництва продукції, переліку продуктів, продовольчої сировини, речовин і супутніх матеріалів, що застосовуються в процесі приготування, даних щодо норм їх вмісту в кінцевому харчовому продукті, термінів придатності до споживання, умов зберігання, способу реалізації (подання) споживачу, вимог до якості виробів.

Технологічна документація закладів ресторанного господарства

Збірники рецептур страв і кулінарних виробів поряд з чинними у галузі стандартами і технічними умовами є основними нормативно-технологічними документами для закладів ресторанного господарства (ЗРГ). У збірниках подаються рецептура, технологія приготування страв, а також норми витрат сировини, виходу напівфабрикатів і готової продукції, рекомендації щодо взаємозамінності продуктів. У рецептурах зазначені: найменування продуктів, що входять у страву, норми закладання продуктів масою брутто і нетто, вихід (маса) окремих готових продуктів і страви в цілому.

Норми закладання продуктів масою брутто розраховані в рецептурах на стандартну сировину таких кондицій: яловичина і баранина – 1-ї категорії, свинина – м'ясна, субпродукти (крім вим'я) – заморожені, вим'я – охолоджене; птиця домашня (кури, курчата, гусаки, качки, індички) – напівпотрошена 2-ї категорії; риба – крупна морожена або всіх розмірів, необроблена, за деяким винятком; для картоплі, морки, буряка норми відходів різняться за сезоном. У кожному збірнику рецептур страв і кулінарних виробів у передмові зазначені кондиції всіх видів сировини і продуктів.

При використанні для приготування страв сировини іншої кондиції, ніж передбачено в рецептурах, норма закладання її масою брутто визначається за допомогою перерахунку, виходячи із зазначеної в рецептурах маси нетто, величина якої залишається постійною, і відсотків відходів, встановлених за Збірником рецептур для сировини відповідних кондицій. При використанні сировини інших кондицій або некондиційної сировини норми виходу страв не мають порушуватися.

Приклад. Скільки необхідно отримати зі складу картоплі для приготування 50 порцій розсольнику, якщо в листопаді картопля має не 25% відходів, а на 5% більше?

1. Визначаємо за Збірником рецептур масу нетто очищеної картоплі на 50 порцій розсольника. Вона становить $Q_{нетто} = 0{,}15 \cdot 50 = 7{,}5$ кг.

2. Фактично % відходів картоплі складає 25 + 5 = 30%.

3. Визначаємо масу брутто картоплі, що необхідна для приготування цієї страви:

$$Q_{брутто} = (Q_{нетто} \cdot 100)/(100 - \%\text{відходів}),$$

$$Q_{брутто} = (7{,}5 \cdot 100)/(100 - 30) = 10{,}7 \text{ кг}.$$

Отже, зі складу необхідно отримати 10,7 кг картоплі для того, щоб приготувати 50 порцій розсольнику.

Додатки до Збірника містять таблиці розрахунку витрат сировини, виходу напівфабрикатів і готових страв, розміри втрат за теплового оброблення страв і кулінарних виробів та норми взаємозамінності продуктів.

Для найбільш повного задоволення попиту споживачів підприємства харчування можуть розробляти нові рецептури страв і кулінарних виробів. Вони розробляються з урахуванням затверджених норм відходів і втрат за холодного та теплового оброблення різних продуктів і мають відрізнятися новизною технології приготування, високими смаковими якостями, оригінальністю оформлення, вдалим смаковим поєднанням продуктів. На всі страв з новою рецептурою і фірмові страви розробляється і затверджується керівником підприємства технологічна документація.

Збірником рецептур керуються при складанні калькуляційних карток, у яких вказуються норми закладання сировини, вихід і продажна ціна готової страви, техніко-технологічних і технологічних карт.

Технологічні карти (для ЗРГ)

Висока якість готової продукції складається з багатьох факторів, один з яких – дотримання технологічних вимог до оброблення продуктів і приготування страв на всіх стадіях виробничого процесу.

Кухарі та кондитери мають забезпечуватися на робочих місцях технологічними картами, які складаються на кожну страву, кулінарний або кондитерський виріб на підставі Збірника рецептур, який використовується у ЗРГ.

У технологічних картах вказують: найменування страв, номер і варіант рецептури, норма закладання сировини масою нетто на одну порцію, а також дається розрахунок на певну кількість порцій або виробів, що готуються в котлах певної місткості, вказується вихід страви.

У технологічних картах також подається короткий опис технологічного процесу приготування страви і її оформлення, звертається увага на послідовність закладання продуктів залежно від тривалості їх теплового оброблення, подаються вимоги до якості страви, коефіцієнти трудомісткості процесу, що враховують затрати праці кухаря на приготування страви. Технологічні карти складають за встановленою формою та їх підписують директор і завідувач виробництва.

Приклад технологічної карти (для ЗРГ)

Лицьовий бік карти

Збірник рецептур
№ рецептур

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА
на страву «Бефстроганов зі смаженою картоплею»

Найменування продуктів	Норма продуктів на одну порцію, г (нетто)	Розрахунок кількості порцій					
		100	90	70	50	40	30
		Кількість продуктів, кг (нетто)					
Яловичина (вирізка, товстий і тонкий край, верхній і внутрішній шматки тазостегнової частини)	119	11,9	10,71	8,33	5,95	4,76	3,57
Маргарин столовий	10	1,0	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3
Борошно пшеничне	5	0,5	0,45	0,35	0,25	0,2	0,15
Сметана	30	3,0	2,7	2,1	1,5	1,2	0,9
Соус «Південний»	4	0,4	0,36	0,28	0,2	0,16	0,12
Томат-пюре	15	1,5	1,35	1,05	0,75	0,6	0,45
Цибуля ріпчаста (пасерована)	18	1,8	1,62	1,26	0,9	0,72	0,54
Картопля на гарнір (№ 579)	180	18,0	16,2	12,6	9,0	7,2	5,4

Зворотний бік карти

Короткий опис технологічного процесу

Вирізку, м'якоть товстого і тонкого країв (верхню і внутрішню), частини задньої ноги (яловичина) нарізають у поперечному напрямку до розташування м'язових волокон брусками розміром 30–40 мм, вагою 5–7 кг, посипають сіллю, перцем, обсмажують на добре розігрітій сковороді протягом 3–5 хв., додають пасеровану цибулю, заливають сметанним соусом, соусом «Південний» і доводять до кипіння. При відпусканні посипають зеленню петрушки.

На гарнір додатково подають грінки, крутони з білого хліба або листового тіста. Можна приготувати без соусу «Південний» і томатної пасти, але при цьому, відповідно, має збільшуватися закладання сметани.

Якісне оцінювання готової страви

Зовнішній вигляд: м'ясо нарізане поперек волокна шматочками однакової товщини, обсмажене рівномірно до рум'яної скоринки. Колір м'яса – від сірого до коричневого. Запах і смак – характерні для смаженого м'яса. Консистенція: шматочки соковиті, добре просмажені, без хрускоту. Вага готової страви (в г) – 300, у тому числі: м'ясо – 75, соус – 75, гарнір – 250.

М'ясо подають із соусом, гарнір викладають збоку гіркою.

Трудомісткість приготування страви

Коефіцієнт трудомісткості страви без гарніру – 1,3 умовної страви. Коефіцієнт трудомісткості основного гарніру на одну страви з сировини – 0,7 умовної страви, з напівфабрикатів (очищеної картоплі) – 0,2.

Техніко-технологічні карти (для ЗРГ)

Техніко-технологічні карти (ТТК) розробляють на нові і фірмові страви та кулінарні вироби, що виготовляють і реалізують тільки у певному ЗРГ. Термін їх дії визначає ЗРГ. ТТК містять розділи:

1. Найменування виробу та сфери застосування ТТК. Вказують точну назву страви, яку не можна змінити без затвердження; зазначають перелік підприємств (філій), яким дозволено виготовляти і реалізовувати страву.

2. Перелік сировини для виготовлення страви (виробу).

3. Вимоги до якості сировини. Обов'язково роблять запис про те, що сировина, харчові продукти, напівфабрикати для страви (виробу) відповідають нормативним документам (ДСТУ, ТУ) та мають сертифікати і посвідчення якості.

4. Норми закладання сировини масою брутто і нетто, норми виходу напівфабрикатів і готового виробу.

5. Опис технологічного процесу. Дають докладний опис технологічного процесу, режимів холодного і теплового оброблення, що забезпечують безпечність страви (виробу), зазначають використані харчові добавки, барвники тощо.

6. Вимоги до оформлення, подачі, реалізації і зберігання. Мають бути відображені особливості оформлення, правила подачі страви, порядок реалізації страви, зберігання (відповідно до ДСТ 30390-95. Громадське харчування. Кулінарна продукція, реалізована населенню. Загальні технічні умови, а також санітарними правилами та умовами зберігання, особливо, швидкопсувних продуктів).

7. Показники якості і безпечності. Вказують органолептичні показники страви (смак, запах, колір, консистенція), фізико-хімічні і мікробіологічні показники, що впливають на безпечність страви.

8. Показники харчового складу та енергетична цінність. Зазначають дані щодо харчової та енергетичної цінності страви (за таблицями «Хімічний склад харчових продуктів», що схвалені Міністерством охорони здоров'я), які особливо важливі для організації харчування певних груп споживачів (дієтичне, лікувально-профілактичне, дитяче харчування тощо).

Кожна техніко-технологічна карта має порядковий номер і зберігається в картотеці підприємства. Підписує ТТК відповідальний розробник.

Приклад техніко-технологічної карти (для ЗРГ)

«Затверджую»
Директор ресторану
М. Максимович
26 червня 2020 р.

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА № 1
на курку тушковану з грибами

1. Сфера застосування

1.1. Техніко-технологічна карта поширюється на страви «Курка тушкована з грибами», яка виробляється рестораном і його філією.

2. Перелік сировини

2.1. Для приготування курки тушкованої з грибами використовують сировину:

М'ясо птиці	ДСТУ (вказати)
Маргарин	ДСТУ (вказати)
Картоплю свіжу продовольчу	ДСТУ (вказати)
Моркву столову свіжу	ТУ (вказати)
Цибулю ріпчасту свіжу	ТУ (вказати)
Печериці свіжі культивовані	ТУ (вказати)

або продукти закордонних фірм, що мають сертифікати і посвідчення якості в Україні.

2.2. Сировина, яка використовується для приготування курки тушкованої з грибами, має відповідати вимогам нормативної документації, мати сертифікати та посвідчення якості.

3. Рецептура

3.1. Рецептура страви «Курка тушкована з грибами»

Найменування сировини	Маса брутто (г)	Маса нетто (г)
Курка	160	109
Маргарин	3	3
Картопля	187	140
Морква	44	35
Печериці свіжі	118	90
Маса відварених грибів	-	45
Маргарин	5	5
Маса смажених грибів	-	45
Цибуля ріпчаста	30	25
Маргарин	5,5	5,5
Маса пасерованої цибулі	-	12,5
Бульйон або вода	130	130
Маса тушкованої курки	-	75
Маса гарніру	-	275
Вихід готової страви (1 порції)	-	350

4. Технологічний процес

4.1. Підготовлення сировини до виробництва страви «Курка тушкована з грибами» відбувається у відповідності зі Збірником рецептур і кулінарних виробів для підприємств ресторанного господарства (1983 р.).

4.2. Підготовлені тушки рубають на шматки, обсмажують до утворення хрумкої скоринки, закладають у горщик, додають картоплю і моркву, нарізані шматочками, пасеровану цибулю, лавровий лист, сіль, перець. Потім заливають бульйоном або водою і тушкують у жаровій шафі до готовності (40…50 хв.). За 8…10 хв. до закінчення тушкування додають смажені гриби.

5. Оформлення, подача, реалізація і зберігання

5.1. Страва «Курка тушкована з грибами» має подаватися в горщику, в якому виготовляється. Горщик встановлюють на закусочну тарілку, покриту паперовою серветкою.

5.2. Температура подачі страви має бути не менше 65°С.

5.3. Термін реалізації курки тушкованої з грибами при зберіганні на мармиті або гарячій плиті – не більше 3 год. з моменту закінчення технологічного процесу.

6. Показники якості та безпечності

6.1. Органолептичні показники страви:

Зовнішній вигляд – два шматочки курки на порцію; овочі зберегли форму нарізки, рівномірно перемішані.

Консистенція – м'яка, соковита.

Колір – жовтий з жовтогарячим відтінком.

Смак – в міру солона з присмаком смажених грибів.

Запах – тушкованої курки з овочами і смаженими грибами.

6.2. Фізико-хімічні показники:

Масова частка сухих речовин, % (не менше)	20,7
Масова частка жиру, % (не менше)	3,1
Масова частка солі, % (не більше)	0,7

6.3. Мікробіологічні показники:

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КОЕ в 1 г продукту не більше	$1 \cdot 10$
Бактерії групи кишкових паличок, не допускається у масі продукту, г	0,01
Каугулазопозитивні стафілококи, не допускаються у масі продукту, г	1,0
Proteus не допускається в масі продукту, г	0,1
Патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели, не допускаються в масі продукту, г	25

7. Харчова та енергетична цінність

Білки	Жири	Вуглеводи	Енергетична цінність, ккал/кДж
7,35	7,17	7,11	122/510

Відповідальний розробник В. Сичук

Лекція № 3
Тема: РОЗРАХУНОК РЕЦЕПТУР ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Використані джерела: [1б, 1д, 2д]

3.1 Порядок розроблення нових рецептур.

3.2 Загальні положення методики розрахунку рецептури.

3.3 Розрахунок однофазних рецептур.

3.4 Розрахунок багатофазних рецептур.

3.1 Порядок розроблення нових рецептур

Виробництво продуктів харчування за новими рецептурами потребує виконання громіздких розрахунків витрати сировини, напівфабрикатів, енергетичної та харчової цінності кінцевого продукту. Новим виробом вважають вид продукції, що вперше розроблений на основі нової рецептури, нової технології, нової сировини та який не має аналогів за характеристиками та (або) споживчими властивостями. Новий виріб за органолептичними та фізико-механічними характеристиками має відповідати вимогам нормативних документів.

Порядок розробки та запуску в серійне виробництво нової продукції включає такі етапи:

1. Проведення маркетингових досліджень з метою вибору асортименту.
2. Проведення досліджень з метою вибору рецептури, встановлення показників якості сировини, напівфабрикатів та готових виробів, параметрів технологічного процесу.
3. Розробка проектів рецептури та технологічної інструкції.
4. Розрахунок енергетичної цінності, вмісту жирів, білків та вуглеводів у 100 *г* виробу.
5. Представлення проекту рецептури та технологічної інструкції на розгляд членам дегустаційної комісії.
6. Підготовка зразків нового виробу.
7. Розробка технічних умов на дослідну партію, якщо на нову продукцію не розповсюджуються стандарти.
8. Розгляд виробу на засіданні дегустаційної комісії та узгодження документації актом (протоколом) дегустаційної комісії.
9. Затвердження у відповідних державних органах рецептури із зазначенням дати затвердження та термінів дії.

3.2 Загальні положення методики розрахунку рецептури

Рецептура – це регламентоване співвідношення кількісних витрат окремих видів сировини і напівфабрикатів, що необхідне для виготовлення певної кількості готових виробів (продукції) із характерними якісними та смаковими властивостями.

Для визначення необхідного рецептурного набору потрібно визначити витрати сировини або напівфабрикатів на кожній фазі виробництва з урахуванням

втрат сухих речовин під час виготовлення напівфабрикату на цій фазі. Залежно від технологічного процесу виробництва виробів рецептури можуть бути простими (одно- або двофазними) і складними (багатофазними).

Приклад: *до простих рецептур відносяться, наприклад, рецептури виробництва печива, а до складних – тортів.*

Розраховуються тільки ті фази виробництва, на яких відбувається зміна складу сировини. Це обумовлено тим, що фази технологічного процесу можуть не збігатися із фазами, прийнятими для розрахунку рецептур.

Приклад: *під час виробництва печива є кілька основних фаз технологічного процесу: заміс тіста, формування заготовок із тіста, випічка, охолодження печива. Однак, усю сировину, необхідну для приготування печива, завантажують під час замішування тіста і на наступних фазах виробництва (формування та випічка) не додають. Тому дану рецептуру розраховують як однофазну. Під час виробництва тортів технологічні фази обумовлені введенням нових рецептурних компонентів або зміною раніше введених. Так, виробництво тортів має такі фази: приготування випеченого напівфабрикату, оздоблювального напівфабрикату, сиропу для промочування. Крім сировини, що йде на заміс тіста, на кожній фазі вводять різний, визначений у кожному окремому випадку, набір сировини. Такі рецептури розраховують як багатофазні.*

Розрахунок рецептур здійснюють під час розробки нової продукції, а також у випадку зміни технології або технологічних характеристик сировини, напівфабрикатів і готової продукції. Також розрахунок рецептур здійснюють при зміні встановлених значень масової частки сухих речовин сировини, напівфабрикатів чи готової продукції.

Рецептури розраховують на основі початкових даних, які утворюють три основних групи:

1. Співвідношення компонентів – сировини та напівфабрикатів, що витрачаються на виробництво. При цьому для складного виробу мають бути задані технологічні фази його виробництва і співвідношення компонентів за кожною фазою.

Приклад: *для виготовлення карамелі з начинкою: виготовлення карамельної маси, приготування начинки, виготовлення карамелі з начинкою.*

Ці дані для розрахунку рецептур нової продукції дає дослідне виробництво.

2. Норми втрат сухих речовин, сировини та напівфабрикатів за фазами виробництва і на виготовлення виробу. Ці норми приймають у відповідності до довідкової літератури, нормативної документації або на основі відомих даних за подібними фазами технологічних процесів подібної продукції в чинних уніфікованих рецептурах. Норми втрат для нової продукції можна визначити експериментально із подальшим затвердженням у встановленому порядку.

3. Планова (розрахункова) масова частка сухих речовин у сировині, напівфабрикатах і готовій продукції (у відсотках). Ці дані (масова частка сухих речовин у сировині) приймають згідно довідкової літератури, нормативних даних чи за чинними уніфікованими рецептурами. Масова частка сухих речовин у нових

видах продукції чи напівфабрикатів може бути прийнята для нової продукції за даними лабораторного аналізу як середнє аналізів декількох дослідних зразків при обов'язковому порівнянні із відповідними значеннями аналогічних сортів згідно стандартів чи технічних умов на цей вид продукції. Таке порівняння також необхідне і для напівфабрикатів, які входять у нову продукцію, якщо стандарт чи технічні умови нормують вологість чи масову частку сухих речовин.

Для розрахунку однофазної рецептури необхідно встановлену витрату сировини на завантаження перерахувати на 1 *т* продукції з урахуванням втрат, які мають місце під час виробництва. Для розрахунку багатофазної рецептури спочатку встановлюють найменування напівфабрикатів та їх співвідношення для 1 *т* готової продукції, після цього визначають витрату сировини на 1 *т* кожного напівфабрикату. Далі знаходять кількість кожного виду сировини на частину напівфабрикату, що витрачається під час виготовлення 1 *т* продукції. У кінці розраховують сумарну кількість сировини на 1 *т* готової продукції з урахуванням пофазних та загальних гранично допустимих втрат сухих речовин.

3.3 Розрахунок однофазних рецептур

У таблиці 3.1 в загальному вигляді представлені початкові дані, формули для розрахунку однофазної рецептури та результати розрахунку.

Початкові дані для розрахунку заносяться в графи 1 – 3 таблиці 3.1. Перелік компонентів сировини і готових напівфабрикатів заноситься в графу 1 таблиці 3.1. Вміст сухих речовин у сировині і готових напівфабрикатах S_n заноситься в графу 2 таблиці 3.1. Витрату на завантаження усіх видів сировини і готових напівфабрикатів у натурі $H_n^з$ заносять в графу 3 таблиці 3.1; втрати сухих речовин P^c записуються у відповідному рядку графи 1 таблиці 3.1. У рядок "Вихід готового продукту чи напівфабрикату" графи 5 (таблиця 3.1) записується значення заданої кількості готової продукції H_B^T = 1 *т* = 1000 *кг*. Напівжирні цифри **1)**, **2)** і т.д. у комірках таблиці 3.1 зазначають порядок розрахунку.

Алгоритм розрахунку однофазної рецептури у відповідності із даними таблиці 3.1:

1. Розраховують витрату компонентів на завантаження в сухих речовинах $C_n^з$.

2. Визначають загальну витрату сировини на завантаження в сухих речовинах $C_{заг.}^з$.

3. Визначають загальну витрату сировини на завантаження в натурі $H_{заг.}^з$.

4. За відомим значенням відносної вологості *W* готової продукції розраховують вміст сухих речовин у готовій продукції $S_Г$ (або це значення задається).

5. Розраховують вихід сухих речовин в 1 *т* готової продукції C_B^T.

6. Розраховують сумарні витрати сировини в сухих речовинах $C^T_{заг.}$, що необхідні для виробництва 1 *т* готової продукції, з урахуванням втрат сухих речовин P^c.

7. Визначають масу втрат B^T сухих речовин під час виробництва 1 *т* готової продукції.

8. Визначають коефіцієнт перерахунку *К*, який показує у скільки разів необхідно збільшити кількість сировини (у сухих речовинах), що призначена для завантаження, щоб отримати витрату на 1 *т* продукції. Коефіцієнт розраховується із точністю не менше ніж п'ять знаків після коми.

9. Розраховують витрату сировини в сухих речовинах C^T_n, що необхідна для виробництва 1 *т* готової продукції. Правильність розрахунків перевіряють, порівнюючи суму $\sum_{i=1}^{n} C^T_i$ усіх отриманих значень для кожного виду сировини з сумарною витратою сировини в сухих речовинах $C^T_{заг.}$.

10. Розраховують витрату сировини в натурі H^T_n, що необхідна для виробництва 1 *т* готової продукції. Якщо для сировини масова частка сухих речовин рівна $S_n = 0$ (*наприклад, есенція*), тоді розрахунок здійснюють за виразом $H^T_n = H^з_n K$.

11. Визначають сумарну витрату сировини в натурі $H^T_{заг.}$, що необхідна для виробництва 1 *т* готової продукції.

На цьому закінчують розрахунок однофазної рецептури. Рецептура повністю розрахована та може бути використана у виробництві та плануванні.

3.4 Розрахунок багатофазних рецептур

Для розрахунку багатофазної рецептури необхідні такі початкові дані: найменування стадій виготовлення продукції (фази), рецептура кожної фази (витрата сировини на завантаження $H^з_n$), заплановані втрати сухих речовин окремо за фазами і на виготовлення продукції P^c (%), запланована масова частка сухих речовин усіх компонентів і готової продукції S_n, %.

Розрахунок багатофазних рецептур здійснюється у два етапи. На першому етапі здійснюється розрахунок окремо кожної фази виробництва продукції, на другому етапі здійснюється розрахунок виробництва продукції в цілому. Розрахунок складної рецептури розпочинається з останньої фази шляхом заповнення таблиці 3.1. Уніфікована таблиця для розрахунку усіх наступних фаз містить три графи (таблиця 3.2). Третя графа – витрата сировини на 1 *т* готової продукції – містить дані щодо витрати компонентів на даній фазі виробництва продукції. Рядок "Вихід…" граф 7 та 8 заповнюється розрахованими значеннями витрат в натурі і в сухих речовинах на 1 *т* продукції для обраної фази.

Таблиця 3.1 – Розрахунок однофазної рецептури

Найменування сировини та напівфабрикатів	Вміст сухих речовин, %	Витрата сировини			
		на завантаження (або на 1 *т* напівфабрикату)		на задану кількість готової продукції (напівфабрикату)	
		у натурі	у сухих речовинах	у натурі	у сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Сировина або напівфабрикат 1 Сировина або напівфабрикат 2 ⋮ Сировина або напівфабрикат *n*	S_1 S_2 ⋮ S_n	$H_1^з$ $H_2^з$ ⋮ $H_n^з$	**1)** $C_1^з = \frac{H_1^з S_1}{100}$ $C_2^з = \frac{H_2^з S_2}{100}$ ⋮ $C_n^з = \frac{H_n^з S_n}{100}$	**10)** $H_1^Т = \frac{C_1^Т \cdot 100}{S_1}$ $H_2^Т = \frac{C_2^Т \cdot 100}{S_2}$ ⋮ $H_n^Т = \frac{C_n^Т \cdot 100}{S_n}$	**9)** $C_1^Т = C_1^з K$ $C_2^Т = C_2^з K$ ⋮ $C_n^Т = C_n^з K$
Всього сировини та напівфабрикатів		**3)** $H_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} H_i^з$	**2)** $C_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} C_i^з$	**11)** $H_{заг.}^Т = \sum_{i=1}^{n} H_i^Т$	**6)** $C_{заг.}^Т = \frac{C_B^Т \cdot 100}{100 - P^c}$
Вихід готової продукції чи напівфабрикату	**4)** $S_Г = 100 - W$			$H_B^Т$	**5)** $C_B^Т = \frac{H_B^Т S_Г}{100}$
Втрати сухих речовин	P^c				**7)** $B^Т = C_{заг.}^Т - C_B^Т$
Коефіцієнт перерахунку				**8)** $K = \frac{C_{заг.}^Т}{C_{заг.}^з}$	

Таблиця 3.2 – Проміжний розрахунок багатофазної рецептури

Найменування сировини (напівфабрикатів)	Вміст сухих речовин, %	Витрата сировини, *кг*					
		на завантаження		на 1 *m* фази (на 1 *m* напівфабрикату)		на фазу для 1 *m* готової продукції	
		у натурі	у сухих речовинах	у натурі	у сухих речовинах	у натурі	у сухих речовинах
1	2	3	4	5	6	7	8
Сировина (напівфабрикат) 1	S_1	$H_1^з$	**1)** $C_1^з = \frac{H_1^з S_1}{100}$	**10)** $H_1^Г = \frac{C_1^Г 100}{S_1}$	**9)** $C_1^Г = C_1^з K$	**13)** $H_1^Ф = H_1^Г K'$	**14)** $C_1^Ф = \frac{H_1^Ф S_1}{100}$
Сировина (напівфабрикат) 2	S_2	$H_2^з$	$C_2^з = \frac{H_2^з S_2}{100}$	$H_2^Г = \frac{C_2^Г 100}{S_2}$	$C_2^Г = C_2^з K$	$H_2^Ф = H_2^з K'$	$C_2^Ф = \frac{H_2^Ф S_2}{100}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Сировина (напівфабрикат) *n*	S_n	$H_n^з$	$C_n^з = \frac{H_n^з S_n}{100}$	$H_n^Г = \frac{C_n^Г 100}{S_n}$	$C_n^Г = C_n^з K$	$H_n^Ф = H_n^з K'$	$C_n^Ф = \frac{H_n^Ф S_n}{100}$
Всього сировини та напівфабрикатів		**3)** $H_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} H_i^з$	**2)** $C_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} C_i^з$	**11)** $H_{заг.}^Г = \sum_{i=1}^{n} H_i^Г$	**6)** $C_{заг.}^Г = \frac{C_B^Г 100}{100 - P^C}$	**15)** $H_{заг.}^Ф = \sum_{i=1}^{n} H_i^Ф$	**17)** $C_{заг.}^Ф = \frac{C_B^Ф 100}{100 - P^C}$
Вихід готової продукції (напівфабрикату)	**4)** $S_Г = 100 - W$			$H_B^Г$	**5)** $C_B^Г = \frac{H_B^Г S_Г}{100}$	$H_B^Ф$	**16)** $C_B^Ф = \frac{H_B^Ф S_Г}{100}$
Втрати сухих речовин	P^C				**7)** $B^Г = C_{заг.}^Г - C_B^Г$		**18)** $B^Ф = C_{заг.}^Ф - C_B^Ф$
Коефіцієнт перерахунку				**8)** $K = \frac{C_{заг.}^Г}{C_{заг.}^з}$		**12)** $K' = \frac{H_B^Ф}{H_B^Г}$	

Алгоритм проміжного розрахунку багатофазних рецептур у відповідності з даними таблиці 3.2:

1. Розраховують витрату усіх компонентів напівфабрикату, що виробляється під час даної фази, на завантаження в сухих речовинах $C_n^з$.

2. Визначають загальну витрату сировини на завантаження в сухих речовинах $C_{заг.}^з$.

3. Визначають загальну витрату сировини на завантаження в натурі $H_{заг.}^з$.

4. За відомим значенням відносної вологості W напівфабрикату розраховують вміст сухих речовин у готовій продукції $S_Г$ (або це значення задається).

5. Розраховують масу сухих речовин (вихід) C_B^T в 1 $т$ напівфабрикату (H_B^T = 1 $т$ = 1000 $кг$).

6. Розраховують сумарну витрату сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^T$, що необхідна для виробництва 1 $т$ напівфабрикату, із урахуванням втрат сухих речовин P^c.

7. Визначають масу втрат B^T сухих речовин під час виробництва 1 $т$ напівфабрикату.

8. Визначають коефіцієнт перерахунку K (коефіцієнт розраховується з точністю не менше, ніж п’ять знаків після коми).

9. Розраховують витрату сировини в сухих речовинах C_n^T, що необхідна для виробництва 1 $т$ напівфабрикату. Перевіряють правильність розрахунків, для цього порівнюють суму $\sum_{i=1}^{n} C_i^T$ з сумарною витратою сировини $C_{заг.}^T$.

10. Розраховують витрату сировини в натурі H_n^T, що необхідна для виробництва 1 $т$ напівфабрикату.

11. Визначають сумарну витрату сировини в натурі $H_{заг.}^T$, що необхідна для виробництва 1 $т$ напівфабрикату.

12. Визначають коефіцієнт перерахунку K' (коефіцієнт розраховується з точністю не менше, ніж п’ять знаків після коми).

13. Визначають витрату сировини в натурі $H_n^ф$, що необхідна для виробництва напівфабрикату для 1 $т$ готової продукції.

14. Визначають витрату сировини в сухих речовинах $C_n^ф$, що необхідна для виробництва напівфабрикату для 1 $т$ готової продукції.

15. Визначають сумарну витрату сировини в натурі $H_{заг.}^ф$ та в сухих речовинах $\sum_{i=1}^{n} C_i^ф$, що необхідні для виробництва напівфабрикату для 1 $т$ готової продукції.

16. Визначають масу сухих речовин (вихід) C_B^{ϕ} у кількості напівфабрикату H_B^{ϕ}, що необхідна для виробництва 1 *т* готової продукції.

17. Перевіряють правильність розрахунків, для цього розраховують сумарну витрату сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^{\phi}$, що необхідна для виробництва напівфабрикату в кількості H_B^{ϕ}, що витрачається на 1 *т* готової продукції, із урахуванням втрат сухих речовин P^c. Порівнюють суму $\sum_{i=1}^{n} C_i^{\phi}$ усіх отриманих значень для кожного виду сировини з сумарною витратою сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^{\phi}$.

18. Визначають масу втрат B^{ϕ} сухих речовин під час виробництва напівфабрикату в кількості H_B^{ϕ}, що витрачається на 1 *т* готової продукції.

Для багатофазної рецептури після розрахунку всіх фаз, здійснюють сумування сировини в одну зведену таблицю, де визначають витрату сировини за усіма фазами (таблиця 3.3).

Графи 1 – 6 таблиці 3.3 заповнюють даними за усіма видами сировини та готових напівфабрикатів, шляхом перенесення даних із відповідних граф попередніх розрахункових таблиць за усіма видами сировини.

Алгоритм остаточного розрахунку багатофазної рецептури у відповідності до даних таблиці 3.3:

1. Розраховують загальну витрату в натурі $H_{сир.n}^{гот.вир.}$ кожного виду сировини, що йде на виробництво 1 *т* готової продукції, сумуючи витрати сировини в натурі у кожній фазі.

2. Розраховують загальну витрату в сухих речовинах $C_{сир.n}^{гот.вир.}$ кожного виду сировини, що йде на виробництво 1 *т* готової продукції, сумуючи витрати сировини в сухих речовинах у кожній фазі.

3. Розраховують загальну витрату в натурі усієї сировини $H_{сир.}^{гот.вир.}$, що йде на виробництво 1 *т* готової продукції.

4. Розраховують загальну витрату в сухих речовинах усієї сировини $C_{сир.}^{гот.вир.}$, що йде на виробництво 1 *т* готової продукції.

5. У разі, якщо необхідно розрахувати витрату сировини на виробництво не $H_B^T = 1000$ *кг* готової продукції, а іншої кількості готової продукції $H_{заг.}^{гот.вир.}$, тоді дані, що розміщені у стовпчиках 7 та 8 таблиці 3.3, множать на коефіцієнт перерахунку $K'' = \dfrac{H_{заг.}^{гот.вир.}}{H_B^T}$. Таким чином, таблиця 3.3 доповнюється двома стовпчиками, в яких наводять кількість сировини, що необхідна для виробництва заданої кількості готового продукту $H_{заг.}^{гот.вир.}$, у натурі та у сухих речовинах. Також аналогічно перераховується витрата сировини на кожній фазі виробництва.

Таблиця 3.3 – Остаточний розрахунок багатофазної рецептури

Найменування сировини та напівфабрикатів	Вміст сухих речовин, %	Витрата сировини, *кг*			
		на завантаження (або на 1 *m* напівфабрикату)		на задану кількість готової продукції (напівфабрикату)	
		у натурі	у сухих речовинах	у натурі	у сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Сировина 1	S_1	H_1^{Φ}	C_1^{Φ}	**8)** $H_1^T = \frac{C_1^T 100}{S_1}$	**7)** $C_1^T = C_1^{\Phi} K^H$
Сировина 2	S_2	H_2^{Φ}	C_2^{Φ}	$H_2^T = \frac{C_2^T 100}{S_2}$	$C_2^T = C_2^{\Phi} K^H$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Сировина *n*	S_n	H_n^{Φ}	C_n^{Φ}	$H_n^T = \frac{C_n^T 100}{S_n}$	$C_n^T = C_n^{\Phi} K^H$
Всього сировини		**1)** $H_{заг.}^{\Phi} = \sum_{i=1}^{n} H_i^{\Phi}$	**2)** $C_{заг.}^{\Phi} = \sum_{i=1}^{n} C_i^{\Phi}$	**9)** $H_{заг.}^T = \sum_{i=1}^{n} H_i^T$	**5)** $C_{заг.}^T = \frac{C_B^T 100}{100 - P^C}$
Вихід готової продукції	$S_Г$	H_B^{Φ}	**3)** $C_B^{\Phi} = \frac{H_B^T S_Г}{100}$	H_B^T	**4)** $C_B^T = \frac{H_B^T S_Г}{100}$
Загальні втрати сухих речовин	P^c				$П^з = \frac{C_B^T P^c}{100 - P^c}$
Коефіцієнт неврахованих втрат				**6)** $K^H = \frac{C_{заг.}^T}{C_{заг.}^{\Phi}}$	**10)** $П_c^T = \sum_{i=1}^{n} C_i^T$

Лекція № 4

Тема: ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ТА МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Використані джерела: [1б-6б]

4.1 Розрахунок кількості борошна на заміс тіста.

4.2 Розрахунок допоміжної сировини на заміс тіста.

4.3 Розрахунок взаємозамінної сировини, температури і витрат води на заміс тіста та виходу хлібобулочних виробів.

4.4 Технологічний розрахунок виробництва макаронних виробів.

4.1 Розрахунок кількості борошна на заміс тіста

Кількість борошна, що необхідна для замісу порції тіста, визначають із урахуванням продуктивності печі та місткості обладнання для замісу тіста. Годинна витрата борошна на заміс тіста:

$$B_{год.}^{заг.} = Q_{год.} \cdot 100 / \varphi_n \text{, } [кг/год.], \tag{4.1}$$

де $Q_{год.}$ – продуктивність печі для хліба, *кг/год.*;

φ_n – плановий вихід виробів, %.

За безперервного способу приготування тіста визначають витрату борошна за хвилину. За порційного способу розраховують максимальну масу борошна, що може міститися у посудині:

$$G_{діж.} = V_{діж.} q / 100 \text{, } [кг], \tag{4.2}$$

де $V_{діж.}$ – об'єм діжі, *л*;

q – норма завантаження борошна в посудину, *кг.*

За порційного способу приготування тіста необхідно ураховувати ритм переробки тіста, що має бути не більше 30…40 *хв* для тіста і не більше 60 *хв* для опари і закваски. Ритм переробки тіста розраховують за формулою:

$$r_m = G_{діж.} \cdot 60 / B_{год.}^{заг.} \text{, } [хв]. \tag{4.3}$$

Частину загальної маси борошна вносять у тісто у складі напівфабрикатів (опари, закваски), що треба ураховувати під час розрахунку кількості борошна на заміс тіста.

Масу борошна в порції напівфабрикату розраховують за формулою:

$$G_{нф}^{б} = \frac{G_{нф}(100 - W_{нф})}{100 - W_б} \text{, } [кг], \tag{4.4}$$

де $G_{нф}$ – маса напівфабрикату, *кг*;

$W_{нф}$ – відносна вологість напівфабрикату, %;

$W_б$ – відносна вологість борошна, %.

Вираз (4.4) застосовують для напівфабрикатів, що складаються практично тільки із борошна і води.

Маса борошна, що необхідна для замісу тіста:

$$G_{т}^{зам.} = G_{заг.}^{б} - G_{нф}^{б}, [кг], \quad (4.5)$$

де $G_{заг.}^{б}$ – загальна маса борошна на заміс тіста, *кг*;

$G_{нф}^{б}$ – маса борошна для приготування напівфабрикату, *кг*.

Якщо в тісті, крім борошна і води, міститься інша сировина, масу борошна в тісті визначають за виразом:

$$G_{т}^{б} = \frac{G_{т}(100 - W_{т}) - G_{с}(100 - W_{с}) - G_{др}(100 - W_{др}) - G_{ц}(100 - W_{ц})}{100 - W_{б}}, [кг], \quad (4.6)$$

де $G_{т}$, $G_{с}$, $G_{др}$, $G_{ц}$ – відповідно, маса тіста, солі, дріжджів, цукру, *кг*;

$W_{т}$, $W_{с}$, $W_{др}$, $W_{ц}$, $W_{б}$ – відповідно, відносна вологість тіста, солі, дріжджів, цукру і борошна, %.

4.2 Розрахунок допоміжної сировини на заміс тіста

Для визначення маси кожного виду сировини для замісу тіста, необхідно знати загальну масу борошна в тісті, ураховуючи борошно у напівфабрикатах, і дозування сировини за уніфікованою рецептурою.

Масу кожного виду сировини для замісу тіста розраховують за формулою:

$$G_{с} = G_{заг.}^{б} m / 100, [кг], \quad (4.7)$$

де $G_{с}$ – маса сировини, *кг*;

$G_{заг.}^{б}$ – загальна маса борошна, що необхідна для замісу тіста, *кг*;

m – дозування сировини до маси борошна (на 100 *кг* борошна), *кг*.

Сіль і цукор зазвичай використовують у вигляді розчинів для рівномірного розподілу за всією масою тіста. Масу розчину солі або цукру розраховують за виразом:

$$G_{роз.} = G_{заг.}^{б} m / c, [кг], \quad (4.8)$$

де $G_{роз.}$ – маса розчину, *кг*;

c – концентрація солі (цукру) у розчині (визначається із довідкової літератури в залежності від густини розчинів), *кг* на 100 *кг* розчину.

Якщо замість c до формули (4.8) підставити вміст солі (цукру) у кілограмах на 100 *л* розчину, тоді $G_{роз.}$ буде визначена у літрах.

Масу розчину солі (цукру) можна визначити, якщо відома кількість сухої солі (цукру):

$$G_{роз.} = G_{с} \cdot 100 / c, [кг], \quad (4.9)$$

де $G_{с}$ – маса солі (цукру), *кг*.

Масу води, що внесена до тіста з розчином солі або цукру, розраховують за формулою:

$$G_{в} = V_{роз.} \rho_{роз.} - G_{с}, [кг], \quad (4.10)$$

де $V_{роз.}$ – об'єм розчину, *л*;

$\rho_{роз.}$ – густина розчину, *кг*/*л*.

Пресовані дріжджі використовують у вигляді дріжджової суспензії, масу якої розраховують за виразом:

$$G_{др.сус.} = \frac{G^{б}_{заг.} c_{др.} (1+x)}{100}, \text{ [кг]}, \quad (4.11)$$

де $G^{б}_{заг.}$ – загальна маса борошна в тісті, *кг*;

$c_{др.}$ – дозування пресованих дріжджів, % до витрати борошна;

x – кількість часток води, що припадає на одну частку дріжджів.

Відносна вологість дріжджової суспензії визначається за формулою:

$$W_{др.сус.} = \frac{G_{др.} W_{др.} + G_{в} W_{в}}{G_{др.сус.}}, \text{ [\%]}, \quad (4.12)$$

де $G_{др.}$ – маса пресованих дріжджів, *кг*;

$W_{др.}$ – відносна вологість пресованих дріжджів, %;

$G_{в}$ – маса води у дріжджовій суспензії, *кг*;

$W_{в}$ – відносна вологість води ($W_{в}$ = 100%), %;

$G_{др.сус.}$ – маса дріжджової суспензії, *кг*.

4.3 Розрахунок взаємозамінної сировини, температури і витрат води на заміс тіста та виходу хлібобулочних виробів

Під час виробництва хлібобулочних виробів допускається заміна допоміжної сировини, передбаченої рецептурою, іншими видами сировини практично рівнозначної харчової цінності, без погіршення якості і зниження виходу продукції. Заміну одного виду сировини іншим у перерахунку на сухі речовини проводять за виразом:

$$G_2 = G_1 S_1 / S_2, \text{ [кг]}, \quad (4.13)$$

де G_1, G_2 – відповідно, маса сировини, яку замінюють, і маса сировини, яка замінює, *кг*;

S_1, S_2 – відповідно, вміст сухих речовин у сировині, яку замінюють, і сировині, яка замінює, %.

Для визначення маси води на заміс тіста або іншого напівфабрикату треба знати масу сировини, взятої на заміс, її відносну вологість і початкову відносну вологість тіста. Спочатку визначають масу тіста, а потім від неї віднімають масу всіх компонентів, крім води. Масу тіста обчислюють за виразом:

$$G_m = G_к + G_в, \text{ [кг (або л)]}, \quad (4.14)$$

де $G_к$, $G_в$ – відповідно, маса всіх компонентів (у натурі) та води, *кг* (або *л*).

Таким чином, із формули (4.14), отримаємо:

$$G_в = G_т - G_к \text{ , [кг (або л)]}. \quad (4.15)$$

Масу або вихід тіста розраховують за виразом:

$$G_т = \frac{G_{ср} \cdot 100}{100 - W_т} \text{ , [кг]}, \quad (4.16)$$

де $G_{ср}$ – маса сухих речовин у сировині, *кг*;

$W_т$ – відносна вологість тіста, %.

Відносну вологість тіста визначають за виразом:

$$W_т = W_м + n \text{ , [\%]}, \quad (4.17)$$

де $W_м$ – відносна вологість м'якушки хліба після охолодження, %;

n – різниця між початковою відносною вологістю тіста і м'якушки хліба, після охолодженя, визначена лабораторно (n = 0,1…1,5%), %.

Температура води для приготування безопарного тіста або опари на пресованих дріжджах визначається за формулою:

$$t_в = t_т + \frac{G_б \cdot C_б (t_т - t_б)}{G_в \cdot C_в} + K \text{ , [°C]}, \quad (4.18)$$

де $t_т$ – початкова температура тіста, встановлена лабораторією, °*C*;

$G_б$ – маса борошна, *кг*;

$C_б$ – питома теплоємність борошна, що залежить від відносної вологості борошна ($C_б$ = 2,1 *кДж*/(*кг*·*К*)), *кДж*/(*кг*·*К*);

$t_б$ – температура борошна, °*C*;

$G_в$ – кількість води для замісу тіста (опари, заквaски), *кг* (або *л*);

$C_в$ – питома теплоємність води ($C_в$ = 4,19 *кДж*/(*кг*·*К*)), *кДж*/(*кг*·*К*);

K – поправка на невраховані втрати тепла (влітку *K* = 1°*C*; взимку *K* = 3°*C*; навесні та восени *K* = 2°*C*), °*C*.

Температура води для приготування тіста на опарі, заквасці або безопарного тіста на рідких дріжджах:

$$t_в = t_т + \frac{G_б \cdot C_б (t_т - t_б)}{G_в \cdot C_в} + \frac{G_{оп.} \cdot C_{оп.} (t_т - t_{оп.})}{G_в \cdot C_в} + K \text{ , [°C]}, \quad (4.19)$$

де $t_{оп.}$ – температура опари, закваски або рідких дріжджів, °*C*;

$G_{оп.}$ – маса опари, закваски або рідких дріжджів, *кг*;

$C_{оп.}$ – питома теплоємність опари, закваски або рідких дріжджів, *кДж*/(*кг*·*К*).

Питому теплоємність опари, закваски або рідких дріжджів визначають із урахуванням їх відносної вологості:

$$C_{оп.} = \frac{W_{оп.} + (100 - W_{оп.}) C_б}{100} \text{ , [кДж/(кг·К)]}, \quad (4.20)$$

де $W_{оп.}$ – відносна вологість опари, закваски або рідких дріжджів, %.

Вихід хлібобулочних виробів – це кількість готової продукції, отриманої зі 100 *кг* борошна та іншої допоміжної сировини, яку вносять відповідно до затвердженої рецептури.

Норма виходу хлібобулочних виробів – це максимально допустима кількість готової продукції, отриманої зі 100 *кг* борошна та іншої допоміжної сировини, яку вносять відповідно до затвердженої рецептури.

Скоригована норма виходу залежно від фактичної відносної вологості борошна:

$$H_{в.ск.} = \frac{H_{в.п.} \cdot 100}{100 - (14,5 - W_б)}, [\%], \qquad (4.21)$$

де $H_{в.п.}$ – планова норма виходу за відносної вологості борошна 14,5%, %;

$W_б$ – фактична середньозважена відносна вологість борошна, %.

Фактичний вихід хлібобулочних виробів на підприємстві визначають за зміну, добу, декаду, місяць за виразом:

$$\varphi = \frac{G_x}{G_б} \cdot 100, [\%], \qquad (4.22)$$

де G_x – маса хлібобулочних виробів, *кг*;

$G_б$ – маса борошна, *кг*.

На значення фактичного виходу хлібобулочних виробів впливають відносна вологість тіста, а також розміри технологічних втрат і витрат сировини, напівфабрикатів у процесі виробництва. Значення фактичного виходу хлібобулочних виробів можна визначити шляхом пробних випічок і шляхом розрахунку за виразом:

$$\varphi_р = G_c \frac{100 - W_{сер.вол.}}{100 - (W_м + n)} \cdot \left(1 - \frac{G_{бр.}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{G_{уп.}}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{G_{ус.}}{100}\right), [\%], \qquad (4.23)$$

де $\varphi_р$ – розрахунковий вихід, %;

G_c – маса усієї сировини за уніфікованою рецептурою, *кг*;

$W_{сер.вол.}$ – середньозважена відносна вологість сировини, %;

$W_м$ – відносна вологість м'якушки хліба, %;

n – різниця між початковою відносною вологістю тіста та відносною вологістю м'якушки хліба, %;

$G_{бр.}$ – витрата сухих речовин на бродіння ($G_{бр.}$ = 2…3%), %;

$G_{уп.}$ – витрата на упікання виробів ($G_{уп.}$ = 6…14%), %;

$G_{ус.}$ – витрата на усихання виробів ($G_{ус.}$ = 3…4%), %.

4.4 Технологічний розрахунок виробництва макаронних виробів

Розрахунок виробництва макаронних виробів шнековим пресом передбачає визначення витрати борошна та води для замісу тіста, а також продуктивності преса.

Витрата борошна для замісу тіста:

$$m_{б.}^{г.} = \frac{Q_{обл.}(100 - W_{в.п.})}{(100 - W_{в.б.})}, \quad (4.24)$$

де $m_{б.}^{г.}$ – маса борошна, що витрачається для замісу тіста за 1 *год*. роботи шнекового преса, *кг*/*год*.;

$Q_{обл.}$ – паспортна продуктивність шнекового преса макаронних виробів (за сухими макаронними виробами), *кг*/*год*.;

$W_{в.п.}$ – відносна вологість готового продукту (макаронних виробів), %;

$W_{в.б.}$ – відносна вологість борошна, %.

Продуктивність преса (за тістом):

$$Q_{обл.}^{т.} = \frac{Q_{обл.}(100 - W_{в.п.})}{(100 - W_{в.т.})}, \quad (4.25)$$

де $Q_{обл.}^{т.}$ – продуктивність шнекового преса макаронних виробів, *кг*/*год*.;

$W_{в.п.}$ – відносна вологість готового продукту (макаронних виробів), %;

$W_{в.т.}$ – відносна вологість тіста, %.

Витрата води для замісу тіста:

$$m_{в.}^{г.} = \frac{m_{б.}^{г.}(W_{в.т.} - W_{в.б.})}{(100 - W_{в.т.})}, \quad (4.26)$$

де $m_{в.}^{г.}$ – маса води, що витрачається для замісу тіста за 1 *год*. роботи шнекового преса, *кг*/*год*. (або *л*/*год*.).

Лекція № 5

Тема: ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Використані джерела: [1б-6б]

5.1 Рівняння матеріального балансу для молочних виробництв.

5.2 Ступінь використання складових частин молока під час переробки.

5.3 Витрата сировини на виробництво молочних продуктів.

5.4 Вихід продукту.

5.5 Нормалізація молока.

5.1 Рівняння матеріального балансу для молочних виробництв

Загальний матеріальний баланс для молочних виробництв може бути поданий рівнянням, ліву частину якого складає маса усіх видів сировини (напівфабрикатів), що надходять на перероблення, а права частина – це маса одержаних продуктів та виробничі втрати:

$$\sum G_c = \sum G_{пр.} + \sum G_{втр.}, \text{ [кг]}; \quad (5.1)$$

де $\sum G_c$ – маса усіх видів сировини, що надходить на переробку, *кг*;

$\sum G_{пр.}$ – маса одержаних продуктів, *кг*;

$\sum G_{втр.}$ – маса виробничих втрат сировини, *кг*.

Виробничі втрати сировини можна представити у відсотках від кількості переробленої сировини:

$$P_{втр.} = \frac{G_{втр.}}{G_c} \cdot 100, \text{ [\%]}. \quad (5.2)$$

Оскільки з виразу (5.2) матимемо $G_{втр.} = \frac{G_c P}{100}$, тоді рівняння (5.1) можна записати:

$$G_c = G_{г.пр.} + G_{п.пр.} + \frac{G_c P_{втр.}}{100}, \text{ [кг]}, \quad (5.3)$$

де $G_{г.пр.}$ – маса готового продукту, *кг*;

$G_{п.пр.}$ – маса побічного продукту ($G_{пр.} = G_{г.пр.} + G_{п.пр.}$), *кг*;

G_c – маса сировини, *кг*.

Для окремих виробництв молочної промисловості рівняння (5.3):

- сепарування молока:

$$G_{мол.} = G_{вер.} + G_{зн.мол.} + 0,01 \cdot G_{мол.} P_{втр.}, \text{ [кг]}; \quad (5.4)$$

- виробництво сиру:

$$G_{н.мол.} = G_{сир.} + G_{сиров.} + 0,01 \cdot G_{н.мол.} P_{втр.}, \text{ [кг]}; \quad (5.5)$$

- виробництво масла:

$$G_{вер.} = G_{масл.} + G_{пахт.} + 0,01 \cdot G_{вер.} P_{втр.}, \text{ [кг]}; \quad (5.6)$$

- виробництво сухого молока:

$$G_{н.мол.} = G_{сух.мол.} + G_{вод.} + 0,01 \cdot G_{н.мол.} P_{втр.}, \text{ [кг]}; \quad (5.7)$$

де $G_{мол.}$ – маса молока, *кг*;

$G_{вер.}$ – маса вершків, *кг*;

$G_{зн.мол.}$ – маса знежиреного молока, *кг*;

$G_{н.мол.}$ – маса нормалізованого молока, *кг*;

$G_{сир.}$ – маса сиру, *кг*;

$G_{сиров.}$ – маса сироватки, *кг*;

$G_{масл.}$ – маса масла, *кг*;

$G_{пахт.}$ – маса пахти (знежирених вершків), *кг*;

$G_{сух.мол.}$ – маса сухого молока, *кг*;

$G_{вод.}$ – маса води, *кг*.

Рівняння покомпонентного балансу (баланс складових частин молока):

$$\frac{G_c \varphi_c}{100} = \frac{G_{г.пр.} \varphi_{г.пр.}}{100} + \frac{G_{п.пр.} \varphi_{п.пр.}}{100} + G_{втр.}, \text{ [кг]}; \quad (5.8)$$

де φ_c – вміст складових молока в сировині, %;

$\varphi_{г.пр.}$ – вміст складових молока в готовому продукті, %;

$\varphi_{п.пр.}$ – вміст складових молока в побічному продукті, %.

Втрати складових частин молока можна представити у відсотках від відповідних складових:

$$P_{втр.} = \frac{G_{втр.} \cdot 100 \cdot 100}{G_c \varphi_c}, \text{ [\%], звідки } G_{втр.} = \frac{G_c \varphi_c P_{втр.}}{100 \cdot 100}, \text{ [кг]}; \quad (5.9)$$

де $P_{втр.}$ – втрати складових молока, %.

Після підстановки (5.9) у (5.8), матимемо:

$$G_c \varphi_c = G_{г.пр.} \varphi_{г.пр.} + G_{п.пр.} \varphi_{п.пр.} + 0,01 G_c \varphi_c P_{втр.}, \text{ [кг]}. \quad (5.10)$$

Рівняння (5.10) може бути записане за будь-якою складовою молока: жиром *Ж*, сухим залишком молока *С*, сухим знежиреним молочним залишком (СЗМЖ) *О*. Під час орієнтовних розрахунків виробничими втратами нехтують.

5.2 Ступінь використання складових частин молока під час переробки

Ступінь переходу – це частка складових частин молока, що перейшла до готового продукту, від кількості складових частин молока у переробленій сировині:

$$x = \frac{G_{г.пр.} \varphi_{г.пр}}{G_c \varphi_c}, \text{ [відносних од.]}; \quad (5.11)$$

де x – ступінь переходу складових частин молока, *відносних од*.

Визначимо масу готового продукту через масу витраченої сировини:

$$G_{г.пр.} = \frac{G_c(\varphi_c - \varphi_{п.пр.})}{\varphi_{г.пр.} - \varphi_{п.пр.}}, [кг]; \quad (5.12)$$

де φ_c – вміст складових молока в сировині, %;

$\varphi_{г.пр.}$ – вміст складових молока в готовому продукті, %;

$\varphi_{п.пр.}$ – вміст складових молока в побічному продукті, %.

Підставивши вираз (5.12) у формулу (5.11), отримаємо:

$$x = \frac{(\varphi_c - \varphi_{п.пр})\varphi_{г.пр.}}{(\varphi_{г.пр.} - \varphi_{п.пр.})\varphi_c}, [відносних\ од.]; \quad (5.13)$$

або у відсотках

$$x = \frac{(\varphi_c - \varphi_{п.пр})\varphi_{г.пр.}}{(\varphi_{г.пр.} - \varphi_{п.пр.})\varphi_c} \cdot 100, [\%]. \quad (5.14)$$

Ступінь використання складових частин молока визначають за фактичними даними або із урахуванням виробничих втрат фактичних або гранично допустимих. Цей ступінь менший від ступеня переходу складових частин молока в готовий продукт:

$$\varepsilon = \frac{G_{г.пр.}\varphi_{г.пр.}}{G_c\varphi_c} \cdot 100, [\%] \text{ або } \varepsilon = \frac{G_{г.пр.}\varphi_{г.пр.}}{G_c\varphi_c}, [відносних\ од.]; \quad (5.15)$$

де ε – ступінь використання складових частин молока, % (*відносних од*.);

G_c – маса фактично витраченої сировини, *кг*;

$G_{г.пр.}$ – маса фактично отриманого готового продукту, *кг*.

Представимо масу готового продукту через масу сировини з урахуванням втрат:

$$G_{г.пр.} = \frac{G_c(\varphi_c - \varphi_{п.пр.})}{\varphi_{г.пр.} - \varphi_{п.пр.}}(1 - 0,01 \cdot P_{втр.}), [кг]; \quad (5.16)$$

Підставивши вираз (5.16) у залежність (5.15), отримаємо:

$$\varepsilon = \frac{\varphi_{г.пр.}(\varphi_c - \varphi_{п.пр.})}{\varphi_c(\varphi_{г.пр.} - \varphi_{п.пр.})}(1 - 0,01 \cdot P_{втр.}), [відносних\ од.]; \quad (5.17)$$

де $P_{втр.}$ – фактичні або гранично допустимі втрати складових частин молока (%) від їх кількості, що була в перероблену молоці.

Під час багатостадійного перероблення сировини показники ступеня переходу і ступеня використання складових частин молока дорівнюють, відповідно, добутку ступенів переходу та добутку ступенів використання за стадіями перероблення:

$$x = x_1 \cdot x_2 \cdot ... \cdot x_n;$$
$$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot ... \cdot \varepsilon_n; \quad (5.18)$$

де $x_1, x_2, ..., x_n$ – ступені переходу складових молока на стадіях його переробки, *відносних од.*;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, ..., \varepsilon_n$ – ступені використання складових молока на стадіях його переробки, *відносних од*.

Приклад: *з* 6200 *кг молока жирністю* 3,3% *вироблено* 1000 *кг вершків жирністю* 20%. *Вміст жиру в знежиреному молоці* 0,05%. *Визначити ступінь переходу жиру у вершки під час сепарування і ступінь використання жиру під час виробництва вершків.*

Розв'язок:

1. *Визначимо ступінь переходу жиру у вершки під час сепарування:*

$$x = \frac{(\varphi_c - \varphi_{п.пр})\varphi_{г.пр.}}{(\varphi_{г.пр.} - \varphi_{п.пр.})\varphi_c} \cdot 100 = \frac{(3,3 - 0,05) \cdot 20}{(20 - 0,05) \cdot 3,3} \cdot 100 = 98,7\ \%.$$

2. *Визначимо ступінь використання жиру під час виробництва вершків:*

$$\varepsilon = \frac{G_{г.пр.}\varphi_{г.пр.}}{G_c\varphi_c} \cdot 100 = \frac{1000 \cdot 20}{6200 \cdot 3,3} \cdot 100 = 97,7\ \%.$$

5.3 Витрата сировини на виробництво молочних продуктів

Розрізняють теоретичну, фактичну та нормативну витрату сировини.

Теоретична витрата – це маса сировини, яка витрачається на вироництво основного і побічного продуктів без урахування втрат:

$$B_т = \frac{G_{г.пр.}(\varphi_{г.пр.} - \varphi_{п.пр.})}{\varphi_c - \varphi_{п.пр.}}, [кг]; \quad (5.19)$$

де $B_т$ – теоретична витрата сировини, *кг*.

Фактична витрата – це маса сировини, яка витрачається на вироництво 1 *т* основного продукту в умовах переробного підприємства:

$$B_ф = \frac{G_c}{G_{г.пр.}} \cdot 1000, [кг]; \quad (5.20)$$

де $B_ф$ – фактична витрата сировини на 1 *т* продукту, *кг*;

G_c – фактично витрачена сировина, *кг*;

$G_{г.пр.}$ – фактично одержаний продукт, *кг*.

Під **нормативною витратою сировини** розуміють кількість сировини в кілограмах, що витрачена на виготовлення 1 *т* готового продукту. З урахуванням $G_{г.пр.}$ = 1000 *кг* нормативна витрата сировини на 1 *т* продукту становить:

$$B_c = G_c = \frac{1000 \cdot (\varphi_{г.пр.} - \varphi_{п.пр.})}{(\varphi_c - \varphi_{п.пр.})(1 - 0,01 \cdot P_{втр.})}, [кг]; \quad (5.21)$$

де B_c – нормативна витрата сировини на 1 *т* продукту, *кг*;

$P_{втр.}$ – гранично допустимі втрати, %.

5.4 Вихід продукту

Вихід молочного продукту – це кількість готової основної продукції, отриманої зі 100 *кг* сировини, що визначається у відсотках:

$$\Phi = \frac{100 \cdot (\varphi_c - \varphi_{п.пр.})}{(\varphi_{г.пр.} - \varphi_{п.пр.})}(1 - 0,01 \cdot P_{втр.}), [\%]; \qquad (5.22)$$

де Φ – вихід молочного продукту, %;

$P_{втр.}$ – виробничі втрати, %.

Для оцінювання товарних властивостей молока доцільно визначати вихід без урахування виробничих втрат, оскільки останні залежать від об'єму переробленої сировини і не можуть впливати на оцінку молока. Вихід молочних продуктів залежить від вмісту в молоці його складових, від ступеня їх переходу у готовий продукт, від кількості води, що утримується основними складовими молока в продукті.

5.5 Нормалізація молока

Мета нормалізації – зміна складу сировини для одержання готового продукту, що відповідав би вимогам стандартів за вмістом основних поживних речовин і наповнювачів. Нормалізацію здійснюють за одним показником (наприклад, жир), двома (жир – білок, жир – кислотність, жир – сухий знежирений залишок) або декількома. Для зміни складу молока і молочної суміші до них додають інші продукти з таким розрахунком, щоб одержати суміш необхідного складу. Кількість продуктів, що змішують, розраховують за формулами, які ґрунтуються на матеріальному балансі.

Нормалізація за одним показником. У цьому випадку, як правило, молоко і молочні суміші нормалізують за вмістом жиру. Можливі два випадки: у готовому продукті передбачається точний вміст тільки однієї складової частини молока (наприклад, жиру) або певне співвідношення між жиром та іншою складовою молока (наприклад, білком). У першому випадку за заданим вмістом жиру розраховують кількість продуктів для нормалізації. У другому – спочатку розраховують вміст жиру в нормалізованому молоці, що забезпечує необхідне співвідношення між складовими молока для одержання стандартного продукту.

Під час нормалізації молока за вмістом жиру можливі два варіанти: зниження жирності молока або її підвищення. Для зниження жирності до молока додають знежирене молока, а для підвищення – вершки. Розрахунки проводять за рівняннями матеріального балансу алгебраїчним і графічним методами.

Приклад: *у масловиготовлювачі збито* 1600 *кг вершків жирністю* 35%. *Визначити, скільки води* $G_{вод.}$ *потрібно додати до масла, щоб відносна вологість*

готового продукту становила $W_{масл.}$ = 15,7%, *якщо відносна вологість масляногу шару за даними аналізу –* $W_ш$ = 12,5%. *Жирність пахти прийняти рівною* 0,4%, *а масла –* 82,5%.

Розв'язок:

Алгебраїчний метод

1. *Для визначення маси масла скористаємося рівнянням покомпонентного матеріального балансу за жиром:*

$$G_{масл.} = \frac{G_{вер.}(Ж_{вер.} - Ж_{пахт.})}{Ж_{масл.} - Ж_{пахт.}} = \frac{1600 \cdot (35 - 0,4)}{82,5 - 0,4} = 674 \text{ кг;}$$

2. *Масу води, яку необхідно додати, розраховуємо із покомпонентного матеріального балансу за водою, прийнявши для води* $W_{вод.}$ = 100%*:*

$$G_{вод.}(W_{вод.} - W_ш) = G_{масл.}(W_{масл.} - W_ш) \text{ ;}$$

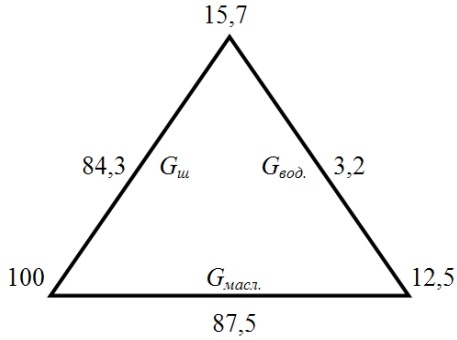
тоді

$$G_{вод.} = \frac{G_{масл.}(W_{масл.} - W_ш)}{100 - W_ш} = \frac{674 \cdot (15,7 - 12,5)}{100 - 12,5} = 24,65 \text{ кг.}$$

Графічний метод

Для визначення маси води використаємо трикутник, з якого знайдемо відношення:

$$\frac{G_{вод.}}{3,2} = \frac{G_{масл.}}{87,5},$$



тоді маса води:

$$G_{вод.} = \frac{G_{масл.} \cdot 3,2}{87,5} = \frac{674 \cdot 3,2}{87,5} = 24,65 \text{ кг.}$$

Нормалізація із розрахунком жирності нормалізованого молока

У нормалізованому молоці, призначеному для виробництва сиру, твердого сиру, сухих і згущених молочних продуктів, відношення жиру до сухого знежиреного залишку ($Ж_{н.мол.} : СЗ_{н.мол.}$) і жиру до білка ($Ж_{н.мол.} : Б_{н.мол.}$) мають бути такими, щоб забезпечити співвідношення цих складових молока в готовому

продукті, яке відповідає стандарту. У нерозведеному молоці ці співвідношення дуже рідко збігаються із потрібними значеннями. Під час нормалізації молока у молочному виробництві можливі три випадки:

$$Ж_{мол.} : СЗЗ_{мол.} = Ж_{н.мол.} : СЗЗ_{н.мол.};$$

$$Ж_{мол.} : СЗЗ_{мол.} < Ж_{н.мол.} : СЗЗ_{н.мол.};$$

$$Ж_{мол.} : СЗЗ_{мол.} > Ж_{н.мол.} : СЗЗ_{н.мол.}.$$

Якщо $Ж_{мол.} : СЗЗ_{мол.} = Ж_{н.мол.} : СЗЗ_{н.мол.}$, то молоко не потребує нормалізації.

Якщо $Ж_{мол.} : СЗЗ_{мол.} < Ж_{н.мол.} : СЗЗ_{н.мол.}$, то під час складання суміші необхідно збільшити співвідношення $Ж_{мол.} / СЗЗ_{мол.}$ до заданого $Ж_{н.мол.} / СЗЗ_{н.мол.}$. У цьому випадку складають нормалізоване молоко з молока і вершків, тобто:

$$G_{н.мол.} = G_{мол.} + G_{вер.}.$$

Баланс за жиром:

$$G_{н.мол.} Ж_{н.мол.} = G_{мол.} Ж_{мол.} + G_{вер.} Ж_{вер.}. \quad (5.23)$$

Баланс за сухим знежиреним залишком (СЗЗ):

$$G_{н.мол.} СЗЗ_{н.мол.} = G_{мол.} СЗЗ_{мол.} + G_{вер.} СЗЗ_{вер.}. \quad (5.24)$$

Розділивши рівняння (5.29) на (5.30), одержимо:

$$\frac{Ж_{н.мол.}}{СЗЗ_{н.мол.}} = \frac{G_{мол.} Ж_{мол.} + G_{вер.} Ж_{вер.}}{G_{мол.} СЗЗ_{мол.} + G_{вер.} СЗЗ_{вер.}}. \quad (5.25)$$

Позначивши $Ж_{н.мол.} / СЗЗ_{н.мол.} = СЗ_{г.пр.}$, матимемо:

$$G_{вер.} = \frac{G_{мол.} (СЗЗ_{мол.} СЗ_{г.пр.} - Ж_{мол.})}{Ж_{вер.} - СЗ_{г.пр.} СЗЗ_{вер.}}, \quad (5.26)$$

де $СЗ_{г.пр.}$ – співвідношення нормалізованого вмісту жиру до нормалізованого вмісту СЗЗ в готовому продукті.

Якщо $Ж_{мол.} : СЗЗ_{мол.} > Ж_{н.мол.} : СЗЗ_{н.мол.}$, то під час складання суміші необхідно зменшити співвідношення $Ж_{мол.} / СЗЗ_{мол.}$ до заданого $Ж_{н.мол.} / СЗЗ_{н.мол.}$, додавши знежирене молоко:

$$G_{н.мол.} = G_{мол.} + G_{зн.мол.}. \quad (5.27)$$

Баланс за жиром:

$$G_{н.мол.} Ж_{н.мол.} = G_{мол.} Ж_{мол.} + G_{зн.мол.} Ж_{зн.мол.}. \quad (5.28)$$

Баланс за сухим знежиреним залишком (СЗЗ):

$$G_{н.мол.} СЗЗ_{н.мол.} = G_{мол.} СЗЗ_{мол.} + G_{зн.мол.} СЗЗ_{зн.мол.}. \quad (5.29)$$

Розділивши рівняння (5.28) на (5.29) та позначивши $Ж_{н.мол.} / СЗЗ_{н.мол.} = СЗ_{г.пр.}$, одержимо:

$$СЗ_{г.пр.} = \frac{G_{мол.} Ж_{мол.} + G_{зн.мол.} Ж_{зн.мол.}}{G_{мол.} СЗЗ_{мол.} + G_{зн.мол.} СЗЗ_{зн.мол.}}, \quad (5.30)$$

звідки

$$G_{зн.мол.} = \frac{G_{мол.}(Ж_{мол.} - СЗ_{мол.}СЗ_{г.пр.})}{СЗ_{г.пр.}СЗ_{зн.мол.} - Ж_{зн.мол.}}. \quad (5.31)$$

Жирність нормалізованого молока розраховується за виразами:

$$Ж_{н.мол.} = \frac{G_{мол.}Ж_{мол.} + G_{вер.}Ж_{вер.}}{G_{мол.} + G_{вер.}}, \quad (5.32)$$

$$Ж_{н.мол.} = \frac{G_{мол.}Ж_{мол.} + G_{зн.мол.}Ж_{зн.мол.}}{G_{мол.} + G_{зн.мол.}}. \quad (5.33)$$

Під час виробництва сиру жирність нормалізованого молока розраховують:

$$Ж_{н.мол.} = К \cdot Б_{мол.}, \quad (5.34)$$

де $Б_{мол.}$ – вміст білків в молоці, %;

$К$ – коефіцієнт нормалізації (для сиру жирністю 18% – $К$ = 1,05; для сиру жирністю 9% – $К$ = 0,52).

Під час виробництва твердого сиру жирність нормалізованого молока розраховують за виразом:

$$Ж_{н.мол.} = К\frac{Ж_{с.р.}Б_{мол.}}{100}, \quad (5.35)$$

де $Б_{мол.}$ – вміст білків у молоці, %;

$К$ – коефіцієнт нормалізації (для сиру жирністю 50% – $К$ = 2,09…2,15; для сиру жирністю 45% – $К$ = 2,02);

$Ж_{с.р.}$ – нормативний вміст жиру в сухій речовині сиру, %.

Приклад: *для виробництва згущеного молока з цукром необхідно нормалізувати* 1000 *кг молока, яке містить* 4% *жиру і* 8,6% *сухих знежирених речовин. Розрахунковий вміст жиру в згущеному молоці становить* 8,8%*, сухих знежирених речовин молока –* 20,7%*. Визначити, який компонент і в якій кількості треба додати до молока, а також жирність нормалізованого молока.*

Розв'язок:

Визначимо співвідношення жиру до сухого знежиреного залишку в молоці і нормалізованому молоці:

$$\frac{Ж_{мол.}}{СЗ_{мол.}} = \frac{4}{8,6} = 0,465;\ СЗ_{г.пр.} = \frac{8,8}{20,7} = 0,425\ .$$

Оскільки 0,465 > 0,425, *потрібна нормалізація знежиреним молоком, кількість якого розрахуємо прийнявши* $Ж_{зн.мол.}$ = 0,05%, $СЗ_{зн.мол.}$ = 8,9%:

$$G_{зн.мол.} = \frac{G_{мол.}(Ж_{мол.} - СЗ_{мол.}СЗ_{г.пр.})}{СЗ_{г.пр.}СЗ_{зн.мол.} - Ж_{зн.мол.}} = \frac{1000 \cdot (4 - 8,6 \cdot 0,425)}{8,9 \cdot 0,425 - 0,05} = 92\ кг.$$

Жирність нормалізованого молока:

$$Ж_{н.мол.} = \frac{G_{мол.}Ж_{мол.} + G_{зн.мол.}Ж_{зн.мол.}}{G_{мол.} + G_{зн.мол.}} = \frac{1000 \cdot 4 + 92 \cdot 0,05}{1000 + 92} = 3,67\%.$$

Лекція № 6

Тема: ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСО-ЖИРОВОЇ ТА КОВБАСНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Використані джерела: [1б-6б]

6.1 Розрахунок сировини і готової продукції м'ясо-жирового виробництва.

6.2 Розрахунок виробництва продуктів зі свинини, яловичини та баранини.

6.3 Розрахунок виробництва ковбас, пельменів та інших напівфабрикатів.

6.1 Розрахунок сировини і готової продукції м'ясо-жирового виробництва

Початковими даними для розрахунку сировини м'ясо-жирового виробництва є задана потужність виробництва (у тоннах м'яса на кістках за зміну), норми виходу і жива маса худоби. Сировину та готову продукцію у цеху забою худоби і розділення туш розраховують за формулою:

$$M_{жив.} = \frac{M_к}{a} \cdot 100 \text{ , } [кг \text{ (або } т)]; \qquad (6.1)$$

де $M_{жив.}$ – жива маса худоби, *кг* (або *т*);

$M_к$ – маса м'яса на кістці, *кг* (або *т*);

a – норма виходу м'яса, % до живої маси.

Кількість голів худоби, переробленої за зміну визначають за формулою:

$$N = \frac{M_{жив.}}{m_{жив.}}, \; [голів]; \qquad (6.2)$$

де $m_{жив.}$ – жива маса однієї голови (жива маса за нормами: велика рогата худоба – 350 *кг*; дрібна рогата худоба – 40 *кг*; свині – 100 *кг*; курча – 1 *кг*; курка – 1,5 *кг*; качка – 2 *кг*; гуска – 3,5 *кг*; індичка – 4,5 *кг*; кролик – 3 *кг*), *кг* (або *т*).

Кількість м'якої та твердої жиросировини, що можна одержати за зміну на обладнанні безперервної дії:

$$M_{ж.м./т.} = \frac{M_{жив.} a_{ж.м./т.}}{100} \; [кг/зміну]; \qquad (6.3)$$

де $a_{ж.м./т.}$ – норма виходу жиросировини (індекс: *м.* – мякої; *т.* – твердої), у % до живої маси.

Кількість харчових пряжених жирів, що можна одержати за зміну на обладнанні безперервної дії:

$$M_{ж.пр.} = \frac{M_{ж.м.} a_{ж.пр.}}{100} \; [кг/зміну]; \qquad (6.4)$$

де $a_{ж.пр.}$ – норма виходу харчових пряжених жирів, у % до маси м'якої жиросировини.

6.2 Розрахунок виробництва продуктів зі свинини, яловичини та баранини

Представимо послідовність розрахунку виробництва м'ясної продукції на прикладів продуктів (задніх та передніх окостів (окіст або окорок), грудинки та корейки) зі свинини. Розрахунок виробництва продукції з яловичини та баранини здійснюється аналогічно.

Співвідношення між відрубами під час розбирання туш свиней визначається таким чином:

1. Частка відрубів туші (задніх та передніх окостів, грудинки та корейки) у загальній кількості сировини, що використовується для виробництва продукції із свинини:

$$p_{відр.} = \frac{a_{відр.} \cdot 100}{a_{заг.}}, [\%]; \quad (6.5)$$

де $p_{відр.}$ – частка відрубів туші (задній $p_{зад.ок.}$ та передній $p_{пер.ок.}$ окости, грудинка $p_{груд.}$ та корейка $p_{кор.}$) у загальній кількості сировини, %;

$a_{відр.}$ – вихід відрубів туші (задній $a_{зад.ок.}$ та передній $a_{пер.ок.}$ окости, грудинка $a_{груд.}$ та корейка $a_{кор.}$), у % до маси м'яса на кістках;

$a_{заг.}$ – загальний вихід необхідних відрубів туші (задній та передній окости, грудинка та корейка), у % до маси м'яса на кістках.

2. Розраховується середньозважений вихід готової продукції:

$$a_{сер.г.пр.} = \sum_{i=1}^{n} \frac{p_{відр.i} a_{г.пр.i}}{100}, [\%]; \quad (6.6)$$

де $a_{сер.г.пр.}$ – середньозважений вихід готової продукції, у % до сировини;

$a_{г.пр.i}$ – вихід *i*-ої готової продукції (задній та передній окости, грудинка та корейка), у % до маси сировини;

$p_{відр.i}$ – вміст *i*-го відрубу туші (задній та передній окости, грудинка та корейка) у загальній кількості сировини, %;

n – кількість відрубу туші (готового продукту) за найменуванням (задній та передній окости, грудинка та корейка), *шт*.

3. Розраховується необхідна кількість сировини, що необхідна для виробництва певної кількості $M_{г.пр.}$ готової продукції із свинини:

- загальна:

$$m_{сир.} = \frac{M_{г.пр.} \cdot 100}{a_{сер.г.пр.}}, [кг]; \quad (6.7)$$

- за видами:

$$m_{сир.i} = \frac{m_{сир.} p_{відр.i}}{100}, [кг]; \quad (6.8)$$

де $M_{г.пр.}$ – маса готової продукції, що виробляється, *кг*;

$m_{сир.і}$ – маса *і*-ої сировини (задній $m_{зад.ок.}$ та передній $m_{пер.ок.}$ окости, грудинка $m_{груд.}$ та корейка $m_{кор.}$), *кг*.

4. Визначається кількість виробленої продукції із свинини за видами сировини:

$$M_{г.пр.і} = \frac{m_{сир.і} a_{г.пр.і}}{100}, [кг]; \quad (6.9)$$

де $M_{г.пр.і}$ – маса *і*-ої готової продукції (задній $M_{зад.ок.}$ та передній $M_{пер.ок.}$ окости, грудинка $M_{груд.}$ та корейка $M_{кор.}$), *кг*.

5. Визначається загальна маса сировини (маса туш, напівтуш), необхідна для виробництва 1000 *кг* продукції із свинини:

$$m_{заг.сир.} = \frac{m_{сир.} \cdot 100}{a_{заг.}}, [кг]. \quad (6.10)$$

6. Визначається кількість свинячих туш (напівтуш), необхідна для виробництва 1000 *кг* продукції із свинини:

$$N_{туш./напівт.} = \frac{m_{заг.сир.}}{m_{туш./напівт.}}, [туш\ (напівтуш)]; \quad (6.11)$$

де $m_{туш./напівт.}$ – маса 1 *туші*/*напівтуші*, що прийнята у відповідності до нормативів, *кг*.

7. Розраховується кількість розсолу, солі та спецій. Для цих розрахунків необхідно обрати один із способів посолу у відповідності з технологічною інструкцією. На практиці, як правило, застосовують змішаний спосіб посолу, під час якого спочатку здійснюють шприцювання сировини, далі сировину натирають сухою сумішшю для соління, а після цього вкладають у чани, заливають розсолом та витримують протягом кількох діб. За такої схеми необхідно розрахувати: масу розсолу для шприцювання; масу розсолу для заливки; масу сухої суміші для соління.

Маса розсолу для шприцювання *і*-ої сировини:

$$m^{шпр.}_{роз.і} = \frac{m_{сир.і} \cdot a^{шпр.}_{роз.і}}{100}, [кг]; \quad (6.12)$$

де $m_{сир.і}$ – маса *і*-ої сировини, *кг*/*зміну*;

$a^{шпр.}_{роз.і}$ – маса розсолу, що необхідна для шприцювання *і*-ої сировини, у % від маси сировини.

Маса солі, цукру та нітриту натрію, що необхідна для приготування розсолу для *і*-ої сировини:

$$m^{шпр.}_{сіл./цукр./н.натр.і} = \frac{m^{шпр.}_{роз.і} \cdot a^{шпр.}_{сіл./цукр./н.натр.і}}{100}, [кг]; \quad (6.13)$$

де $a^{шпр.}_{сіл./цукр./н.натр.і}$ – вміст солі (концентрація розсолу), цукру та нітриту натрію у розсолі для *і*-ої сировини, %.

Кількість сухої суміші для соління (натирання сировини) *і*-ої сировини:

$$m_{с.сум.і} = \frac{m_{сир.і} \cdot a^{сол.}_{сіл.і}}{100}, [кг]; \quad (6.14)$$

де $a^{сол.}_{сіл.і}$ – кількість солі, що необхідна для соління *і*-ої сировини, у % від маси сировини.

Кількість розсолу для заливки сировини в чанах, а також кількість солі, цукру та нітриту натрію для його приготування, визначають аналогічно до кількості розсолу для шприцювання сировини.

6.3 Розрахунок виробництва ковбас, пельменів та інших напівфабрикатів

Розрахунок основної сировини, прянощів та матеріалів здійснюється для кожного виду ковбасних виробів, пельменів та інших напівфабрикатів із урахуванням рецептури та виходу готової продукції.

Загальна маса основної сировини:

$$m_{заг.сир.} = \frac{M_{г.пр.} \cdot 100}{a_{г.пр.}}, [кг]; \quad (6.15)$$

де $m_{заг.сир.}$ – загальна маса основної сировини, що необхідна для виробництва готового продуту (ковбасних виробів, пельменів тощо), *кг*;

$M_{г.пр.}$ – кількість готової продукції (ковбасних виробів, пельменів тощо), що виробляється, *кг*;

$a_{г.пр.}$ – вихід готової продукції (ковбасних виробів, пельменів тощо), у % до загальної кількості основної сировини, %.

Кількість основної сировини за видами (м'ясо жиловане, білкові препарати тваринного та рослинного походження, шпик тощо):

$$m_{сир.і} = \frac{m_{заг.сир.} a_{сир.і}}{100}, [кг]; \quad (6.16)$$

де $m_{сир.і}$ – кількість *і*-го виду сировини, що необхідна для виробництва готової продукції (ковбасних виробів, пельменів тощо), *кг*;

$a_{сир.і}$ – норма витрат *і*-го виду сировини згідно рецептури на 100 *кг* загальної кількості сировини, *кг*.

Кількість солі, прянощів та матеріалів:

$$m_{сіл./пр./мат.} = \frac{m_{заг.сир.} a_{сіл./пр./мат.}}{100}, [кг]; \quad (6.17)$$

де $m_{сіл./пр./мат.}$ – кількість солі або прянощів, що необхідна для виробництва готової продукції (ковбасних виробів, пельменів тощо), *кг*;

$a_{сіл./пр./мат.}$ – норма витрат солі або прянощів згідно рецептури на 100 *кг* загальної кількості сировини, *кг*.

Необхідна кількість м'яса на кістках:

$$m_{м.к.} = \frac{m_{ж.м.} \cdot 100}{a_{сер.ж.м.}}, [кг]; \tag{6.18}$$

$$a_{сер.ж.м.} = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_{ж.м.i} \cdot p_{ж.м.i}}{100}, [\%]; \tag{6.19}$$

де $m_{ж.м.}$ – необхідна кількість жилованого м'яса, *кг*;

$a_{сер.ж.м.}$ – середньозважений вихід жилованого м'яса, у % до м'яса на кістках;

$a_{ж.м.i}$ – вихід жилованого м'яса *i*-ої категорії, у % до м'яса на кістках;

$p_{ж.м.i}$ – вміст жилованого м'яса *i*-ої категорії у загальній кількості м'яса, %;

n – кількість категорій жилованого м'яса, *шт*.

Лекція № 7

Тема: ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА КОНСЕРВОВАНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Використані джерела: [1б-6б]

7.1 Методи обчислення консервної продукції в облікових одиницях.

7.2 Технологічні розрахунки виробництва консервів.

7.3 Розрахунок кількості оцтової кислоти, солі та цукру.

7.1 Методи обчислення консервної продукції в облікових одиницях

Консервну продукцію випускають у тарі з жерсті, скла, картону, дерева та з полімерних матеріалів. Тара відрізняється за формою, розмірами та місткістю. Ураховуючи зазначене, для зручності обліку консервну продукцію обчислюють в облікових одиницях. В облікових одиницях обчислюють усі види продукції, розфасовані у тару, окрім солінь, квашень, замороженої продукції, сушених фруктів та овочів, а також різних напівфабрикатів, які обліковуються в одиницях маси.

У консервній промисловості для обліку готової продукції в облікових одиницях прийнято два види умовної банки: об'ємна та масова. За умовну об'ємну банку приймають жерстяну банку №8 місткісю 353,4 *мл*, а за масову – 400 *г* продукту. В об'ємних умовних банках обчислюють усі види консервів із фруктів, овочів, м'яса, риби, молока, за виключенням варення, джему, повидла, желе, маринадів, фруктових і овочевих соків, соусів та пюре, які обчислюються в масових умовних банках. 1000 умовних банок позначається 1 *ТУБ* (***туб***).

Щоб визначити число об'ємних умовних банок в тарі, необхідно повний об'єм цієї тари розділити на 353,4 *мл*. Для визначення числа масових умовних банок необхідно масу продукту для кожного виду тари розділити на 400 *г*.

Для концентрованих продуктів обчислення в умовних банках здійснюється обов'язково у перерахунку на вміст 12% сухих речовин (для концентрованого томатного соку на 5% сухих речовин).

Приклад: *якщо вироблено 6 т томат-пасти із вмістом* 30% *сухих речовин, тоді для обчислення числа умовних банок необхідно* 30%-*ву пасту перерахувати на вміст сухих речовин* 12%, *а потім розділити на* 0,4 *кг, тобто:*

$$6000 \cdot 30/(12 \cdot 0{,}4) = 37500 \text{ умовних банок.}$$

Щоб перевести фізичні банки в умовні, необхідно число фізичних банок помножити на перевідний коефіцієнт *К*, а щоб перевести умовні банки в фізичні, необхідно число умовних банок розділити на перевідний коефіцієнт *К*.

Приклад: *перевести в умовні банки* 50000 *скляних банок* I-82-500 *варення з масою нетто* 650 *г. Число умовних банок складе:*

$$50000 \cdot 650/400 = 81250 \text{ умовних банок.}$$

Приклад: *перевести в умовні банки* 5000 *жерстяних банок* №14 *томатної пасти із вмістом сухих речовин* 30% *та масою* 3 *кг. Число умовних банок:*

$$5000 \cdot 3 \cdot 30/(12 \cdot 0{,}4) = 93750 \text{ умовних банок.}$$

Приклад: *перевести* 36 *туб з фруктовим джемом у фізичні жерстяні банки* №13. *Маса нетто в одній банці* 1200 *г. Число фізичних банок:*

$$36000 \cdot 0{,}4/1{,}2 = 12000 \text{ фізичних банок.}$$

Рецептури та норми витрат сировини і матеріалів для консервів у технологічних інструкціях приведені на 1 *т* готового продукту. Щоб їх перерахувати на 1000 *умовних банок* (*туб*), використовують такі способи:

1. Для консервів, які обліковуються в об'ємних умовних банках, маса сировини чи матеріалів, що витрачається на 1 *туб* консервів:

$$m_{туб} = \frac{m_m M}{K}, \text{ [кг]}; \tag{7.1}$$

де m_m – маса сировини згідно із рецептурою, що витрачається на 1 *т* консервів, *кг*;

M – маса нетто фізичної банки, *кг*;

K – перевідний коефіцієнт для даної фізичної банки.

Приклад: *розрахувати норму витрати свіжих кабачків на* 1 *туб "Ікри кабачкової", фасованої в жерстяні банки* №12, *знаючи норму витрати кабачків на* 1 *т готового продукту. Норма витрати свіжих кабачків на* 1 *т ікри складає* 1480 *кг, маса нетто жерстяної банки* 545 *г, перевідний коефіцієнт* 1,598.

Розв'язок:

$$m_{туб} = \frac{m_m M}{K} = \frac{1480 \cdot 0{,}545}{1{,}598} = 504{,}8 \text{ кг.}$$

2. Для консервів, які обліковуються в масових умовних банках:

$$m_{туб} = 0{,}4 m_m, \text{ [кг]}; \tag{7.2}$$

Приклад: *розрахувати норму витрати плодів та цукру на* 1 *туб стерилізованого джему з яблук, якщо норма витрати на* 1 *т готового продукту: яблук* 863 *кг, цукру* 639 *кг.*

Розв'язок:

- для яблук:

$$m_{туб}^{ябл.} = 0{,}4 m_m^{ябл.} = 0{,}4 \cdot 863 = 345{,}2 \text{ кг;}$$

- для цукру:

$$m_{туб}^{цукр.} = 0{,}4 m_m^{цукр.} = 0{,}4 \cdot 639 = 255{,}6 \text{ кг.}$$

7.2 Технологічні розрахунки виробництва консервів

Розрахунок необхідної кількості тари та кришок:

$$T = \frac{n_{бан.} \cdot 100}{100 - (p_1 + p_2 + ... + p_n)}, \text{ [шт.]}; \tag{7.3}$$

де T – необхідна кількість тари, *шт.*;

$n_{бан.}$ – кількість банок, яку необхідно випустити згідно плану виробництва, *шт.*;

p_1, p_2,…, p_n – втрати та відходи тари на виробництві, %.

Розрахунок необхідної кількості кришок здійснюється аналогічно розрахунку необхідної кількості банок.

Розрахунок маси нетто. Масу нетто банки можна визначити практичним або розрахунковим шляхом. Якщо масу нетто визначають практично, тоді необхідно врахувати, що вільного простору всередині банки має бути 0,8…1,0 *см*.

Розрахункову масу нетто визначають за виразом:

$$M_{н.бан.} = V_{бан.}\gamma_{г.пр.}k_{зап.}, [г]; \quad (7.4)$$

де $M_{н.бан.}$ – маса нетто банки, *г*;

$V_{бан.}$ – об'єм банки, $см^3$;

$\gamma_{г.пр.}$ – густина продукту, $г/см^3$;

$k_{зап.}$ – коефіцієнт заповнення банки ($k_{зап.}$ = 0,85…0,95).

Розрахунок норми витрати сировини або матеріалів:

$$m_{сир.} = \frac{m_{сир.рец.} \cdot 100^n}{(100-p_1)(100-p_2)\cdot\ldots\cdot(100-p_n)}, [кг]; \quad (7.5)$$

де $m_{сир.}$ – норма витрати сировини або матеріалів, *кг*;

$m_{сир.рец.}$ – маса сировини або матеріалів за рецептурою, *кг*;

p_1, p_2,…, p_n – втрати та відходи сировини або матеріалів під час технологічних операцій, %.

Необхідно зазначити, що під час розрахунку норми витрати сировини або матеріалів втрати та відходи ураховують від процесу зберігання/інспекції до процесу фасування. Втрати під час закупорювання, стерилізування та транспортування є виробничим браком.

Розрахунок видимих та справжніх втрат продукту під час обсмажування. Видимі втрати відображають фактичні втрати за масою продукту та вимірюють у відсотках:

$$B_{вид.} = \frac{(m_{сир.} - m_{г.пр.})\cdot 100}{m_{сир.}}, [\%]; \quad (7.6)$$

де $B_{вид.}$ – видимі втрати продукту під час обсмажування, %;

$m_{сир.}$ – маса сировини до обсмажування, *кг*;

$m_{г.пр.}$ – маса готового продукту після обсмажування, *кг*.

Справжні втрати відображають дійсну втрату води, що міститься в сировині, у відсотках та враховують, що частина втраченої води замінена олією, яка вбирається продуктом під час обсмажування:

$$B_{спр.} = \frac{(m_{сир.} - m_{г.пр.}) \cdot 100}{m_{сир.}} + \frac{m_{г.пр.} Ж_{г.пр.}}{m_{сир.}} = B_{вид.} + \frac{Ж_{г.пр.}(100 - B_{вид.})}{100}, [\%]; \quad (7.7)$$

де $B_{спр.}$ – справжні втрати продукту під час обсмажування, %;

$Ж_{г.пр.}$ – вміст жиру в обсмаженому продукті, %.

Приклад: *видимі втрати кабачків під час обсмажування* 40%. *Вміст жиру в обсмажених кабачках* 8%. *Визначити справжні втрати під час обсмажування у відсотках до початкової маси сировини.*

Розв'язок:

$$B_{спр.} = B_{вид.} + \frac{Ж_{г.пр.}(100 - B_{вид.})}{100} = 40 + \frac{8 \cdot (100 - 40)}{100} = 44{,}8\ \%.$$

Розрахунок вмісту сухих речовин у готовому продукті:

$$C_{г.пр.} = \frac{S_{сир.1} C_{сир.1} + S_{сир.2} C_{сир.2} + ... + S_{сир.n} C_{сир.n}}{100}, [\%]; \quad (7.8)$$

де $C_{г.пр.}$ – вміст сухих речовин у готовому продукті, %;

$S_{сир.1}$, $S_{сир.2}$,…, $S_{сир.n}$ – відсотковий вміст складових компонентів (сировини) консервів за рецептурою, %;

$C_{сир.1}$, $C_{сир.2}$,…, $C_{сир.n}$ – вміст сухих речовин у компонентах (сировині), %.

Необхідно зауважити, якщо за рецептурою передбачено додавання олії шляхом доливання, тоді вміст сухих речовин в олії – 100%. Якщо за рецептурою входять компоненти, що не підлягають обсмажуванню, тоді вміст компонента множать на вміст сухих речовин у ньому.

Розрахунок вмісту сухих речовин в обсмажених компонентах визначається за формулою:

$$C_{обсм.} = \frac{C_{сир.} \cdot 100}{100 - B_{вид.}} + a_{ол.}, [\%]; \quad (7.9)$$

де $C_{обсм.}$ – вміст сухих речовин в обсмажених компонентах, %;

$C_{сир.}$ – вміст сухих речовин у сировині, %;

$a_{ол.}$ – ступінь вбирання олії сировиною (вміст олії в обсмаженій сировині), %.

Приклад: *визначити відсотковий вміст сухих речовин в обсмаженій моркві, якщо до обсмажування у ній містилося* 12% *сухих речовин, вбирання жиру після обсмажування складає* 10%, *а видимі втрати під час обсмажування* – 50%.

Розв'язок:

$$C_{обсм.} = \frac{C_{сир.} \cdot 100}{100 - B_{вид.}} + a_{ол.} = \frac{12 \cdot 100}{(100 - 50)} + 10 = 34\ \%.$$

Якщо відомі маса сировини до обсмажування та видимі втрати під час обсмажування, то можна знайти масу сировини після обсмажування:

$$m_{г.пр.} = \frac{m_{сир.}(100 - B_{вид.})}{100}, [кг]; \quad (7.10)$$

де $m_{г.пр.}$ – маса сировини після обсмажування, *кг*;

$m_{сир.}$ – маса сировини до обсмажування, *кг*.

Розрахунок норми витрати олії:

$$m_{сир.}^{ол.} = \frac{m_{сир.рец.} a_{ол.}}{(100 - p)}, [кг]; \quad (7.11)$$

де $m_{сир.рец.}$ – маса обсмаженої сировини за рецептурою, *кг*;

$a_{ол.}$ – вміст олії в обсмаженій сировині, %;

p – втрати олії, %.

Приклад: *розрахувати норму витрати олії на* 1 *туб рибних консерви у томаті, якщо: маса обсмаженої риби, що закладається в* 1 *туб, складає* 210 *кг; вміст олії в обсмаженій рибі* 8%*; втрати олії під час обсмажування риби* 6%*; маса олії у томатному соусі за рецептурою на* 1 *туб складає* 5 *кг; втрати масла у томатному соусі* 5%.

Розв'язок:

$$m_{сир.}^{ол.} = \frac{m_{сир.рец}^{риб.} a_{ол.}^{риб.}}{(100 - p_1)} + \frac{m_{сир.рец}^{ол.} a_{ол.}^{ол.}}{(100 - p_2)} = \frac{210 \cdot 8}{(100 - 6)} + \frac{5 \cdot 100}{(100 - 5)} = 23 \ кг.$$

Розрахунок вмісту жиру у консервах:

$$Ж_{г.пр.} = \frac{S_{сир.1} Ж_{сир.1} + S_{сир.2} Ж_{сир.2} + ... + S_{сир.n} Ж_{сир.n}}{100}, [\%]; \quad (7.12)$$

де $Ж_{г.пр.}$ – вміст жиру в готовому продукті (консервах), %;

$S_{сир.1}$, $S_{сир.2}$,…, $S_{сир.n}$ – відсотковий вміст складових компонентів (сировини) консервів за рецептурою, %;

$Ж_{сир.1}$, $Ж_{сир.2}$,…, $Ж_{сир.n}$ – вміст жиру у компонентах (напівфабрикатах), %.

Необхідно зауважити, що поняття "ступінь вбирання олії обсмаженими овочами" та "вміст жиру у напівфабрикаті" – це схожі поняття.

Наприклад: *якщо ступінь вбирання олії морквою під час обсмажування* $a_{ол.}^{морква}$ = 12%, *тоді вміст жиру в обсмаженій моркві теж буде* $Ж_{морква}$ = 12%.

Маса жиру в сировини чи готовому продукті:

$$m_{ж.сир./г.пр.} = \frac{m_{сир./г.пр.} Ж_{сир./г.пр.}}{100}, [кг]; \quad (7.13)$$

де $m_{сир./г.пр.}$ – маса сировини чи готового продукту, *кг*;

$Ж_{сир./г.пр.}$ – вміст жиру у сировини чи готовому продукті, %.

Приклад: *за добу обсмажено* 2 *т риби із вмістом жиру в ній* 3%. *Видимі втрати під час обсмажування* 20%. *Кількість жиру в обсмаженій рибі* 8%. *Визначити кількість жиру в рибі після обсмажування.*

Розв'язок:

Кількість жиру в рибі до обсмажування:

$$m_{ж.сир.} = \frac{m_{сир.} Ж_{сир.}}{100} = \frac{2000 \cdot 3}{100} = 600 \ кг.$$

Кількість жиру в рибі після обсмажування:

$$m_{ж.г.пр.} = \frac{m_{сир.}(100 - B_{вид.}) Ж_{г.пр.}}{100 \cdot 100} = \frac{2000(100-20) \cdot 8}{100 \cdot 100} = 1280 \ кг.$$

Визначення кислотного числа суміші олії:

$$K_{сум.} = \frac{m_{ол.1.} K_{ол.1} + m_{ол.2.} K_{ол.2}}{m_{ол.1} + m_{ол.2}}; \qquad (7.14)$$

де $K_{сум.}$ – кислотне число суміші олії;

$m_{ол.1}$ – маса олії з кислотним числом $K_{ол.1}$, *кг*;

$m_{ол.2}$ – маса олії з кислотним числом $K_{ол.2}$, *кг*;

$K_{ол.1}$ – кислотне число олії масою $m_{ол.1}$;

$K_{ол.2}$ – кислотне число олії масою $m_{ол.2}$.

Також необхідно зауважити, якщо за рецептурою передбачено додавання олії шляхом доливання, тоді вміст жиру в олії – 100%.

Кислотне число – основний показник якості олії під час обсмажування. Якщо показник кислотного числа олії вище 4,5, тоді використовувати його недопустимо.

Приклад: *на виробництві є* 1000 *кг олії з кислотним число* 3, *до неї додали* 200 *кг олії з кислотним числом* 0,5. *Визначити кислотне число суміші олії:*

Розв'язок:

$$K_{сум.} = \frac{m_{ол.1} K_{ол.1} + m_{ол.2} K_{ол.2}}{m_{ол.1} + m_{ол.2}} = \frac{1000 \cdot 3 + 200 \cdot 0,5}{1000 + 200} = 2,58.$$

Розрахунок кількості свіжої олії, що необхідно додати до олії з підвищеним кислотним числом, для того, щоб одержати суміш із заданим кислотним числом:

$$m_{ол.2} = \frac{m_{ол.1}(K_{ол.1} - K_{сум.})}{K_{сум.} - K_{ол.2}}, [кг]. \qquad (7.15)$$

Приклад: *на виробництві є* 600 *кг олії з кислотним число* 5. *Визначити, скільки необхідно додати до неї олії з кислотним числом* 0,4, *щоб кислотне число суміші було* 1,5.

Розв'язок:

$$m_{ол.2} = \frac{m_{ол.1}(K_{ол.1} - K_{сум.})}{K_{сум.} - K_{ол.2}} = \frac{600 \cdot (5 - 1,5)}{1,5 - 0,4} = 1909 \ кг.$$

7.3 Розрахунок кількості оцтової кислоти, солі та цукру

Розрахунок кількості оцту для приготування 100 *кг* заливки:

$$m_{оц.} = \frac{a_{оц.1} \cdot 100 \cdot 100}{a_{оц.2} \cdot a_{залив.}}, [кг]; \quad (7.16)$$

де $m_{оц.}$ – кількість оцту для приготування 100 *кг* заливки, *кг*;

$a_{оц.1}$ – вміст оцтової кислоти в консервах за стандартом чи технічним умовам, %;

$a_{оц.2}$ – вміст оцтової кислоти в есенції чи оцті, %;

$a_{залив.}$ – вміст заливки у банці під час фасування, % від маси нетто.

Приклад: *розрахувати, яку кількість* 75%*-ої оцтової есенції необхідно додати до* 100 *кг заливки, щоб забезпечити в консервах "Огірки консервовані" вміст оцтової кислоти* 0,5%*. Кількість розсолу під час фасування* 35%*.*

Розв'язок:

$$m_{оц.} = \frac{a_{оц.1} \cdot 100 \cdot 100}{a_{оц.2} \cdot a_{залив.}} = \frac{0,5 \cdot 100 \cdot 100}{75 \cdot 35} = 1,905 \ кг.$$

Розрахунок маси оцту для приготування заливки необхідної кислотності із урахуванням кислотності сировини:

$$m_{оц.} = \frac{m_{залив.} K_{залив.} - m_{сир.} K_{сир.}}{K_{оц.}}, [кг]; \quad (7.17)$$

де $m_{оц.}$ – маса оцту для приготування заливки, *кг*;

$m_{залив.}$ – маса заливки, *кг*;

$m_{сир.}$ – маса сировини, *кг*;

$K_{залив.}$ – кислотність заливки (у перерахунку на оцтову кислоту), %;

$K_{сир.}$ – кислотність сировини (у перерахунку на оцтову кислоту), %;

$K_{оц.}$ – концентрація оцтової кислоти, %.

Приклад: *визначити, яка кількість* 80%*-ої оцтової есенції необхідна для приготування* 140 *кг томатного соусу кислотністю* 1,4% *(у перерахунку на оцтову кислоту), якщо на цю кількість соусу витрачено* 80 *кг* 12%*-го томат-пюре кислотністю* 1% *(у перерахунку на оцтову кислоту).*

Розв'язок:

$$m_{оц.} = \frac{m_{залив.} K_{залив.} - m_{сир.} K_{сир.}}{K_{оц.}} = \frac{140 \cdot 1,4 - 80 \cdot 1}{80} = 1,45 \ кг.$$

Розрахунок концентрації оцтової кислоти в заливці для забезпечення необхідної кислотності у готовому продукті:

$$a_{оц.залив.} = \frac{(m_{сир.} + m_{залив.}) a_{оц.г.пр.}}{m_{залив.}}, [\%]; \quad (7.18)$$

де $a_{оц.залив.}$ – концентрації оцтової кислоти в заливці, %;

$m_{залив.}$ – маса рідкої фази (заливки) у 1000 *кг* готового продукту, *кг*;

$m_{сир.}$ – маса твердої фази (овочів) у 1000 *кг* готового продукту, *кг*;

$a_{оц.г.пр.}$ – вміст оцтової кислоти у консервах згідно стандарту чи ТУ, %.

Приклад: *під час фасування на* 100 *кг маринаду має бути витрачено* 60 *кг плодів та* 40 *кг заливки. Вміст оцтової кислоти в готовому продукті має бути* 0,6%. *Визначити концентрацію оцтової кислоти в заливці.*

Розв'язок:

$$a_{оц.залив.} = \frac{(m_{сир.} + m_{залив.})a_{оц.г.пр.}}{m_{залив.}} = \frac{(60+40)\cdot 0,6}{40} = 1,5\ \%.$$

Розрахунок маси солі, що необхідна для одержання заливки із певною концентрацією:

$$m_{сол.} = \frac{m_{вод.}a_{сол.}}{100 - a_{сол.}},\ [кг]; \qquad (7.19)$$

де $m_{сол.}$ – маса солі, *кг*;

$m_{вод.}$ – маса води, *кг*;

$a_{сол.}$ – необхідна концентрація солі у розчині, %.

Приклад: *розрахувати, скільки солі необхідно додати до* 300 *кг води, щоб отримати розсіл концентрацією* 18%.

Розв'язок:

$$m_{сол.} = \frac{m_{вод.}a_{сол.}}{100 - a_{сол.}} = \frac{300\cdot 18}{100 - 18} = 65,85\ \ кг.$$

Розрахунок маси солі, що необхідна для одержання продукту із певною концентрацією:

$$m_{сол.} = \frac{m_{г.пр.}a_{сол.}}{100},\ [кг]; \qquad (7.20)$$

де $m_{г.пр.}$ – маса готового продукту, *кг*;

$a_{сол.}$ – необхідна концентрація солі у продукті, %.

Розрахунок маси солі в продукті (напівфабрикаті) із урахуванням кількості солі в сировині:

$$m_{сол.} = \frac{m_{г.пр.}a_{сол.г.пр.} - m_{сир.}a_{сол.сир.}}{100},\ [кг]; \qquad (7.21)$$

де $m_{г.пр.}$ – маса готового продукту, *кг*;

$m_{сир.}$ – маса сировини, *кг*;

$a_{сол.г.пр.}$ – вміст солі в готовому продукті, %;

$a_{сол.сир.}$ – вміст солі в сировині, %.

Приклад: *визначити скільки солі необхідно додати до* 150 *кг томатного соусу при використанні несоленого томат-пюре з додаванням* 10 *кг томатної пасти із вмістом* 10% *солі. Вміст солі в соусі має бути* 0,8%.

Розв'язок:

$$m_{сол.} = \frac{m_{г.пр.} a_{сол.г.пр.} - m_{сир.} a_{сол.сир.}}{100} = \frac{150 \cdot 0,8 - 10 \cdot 10}{100} = 0,2 \ кг.$$

Розрахунок маси цукру, що необхідна для одержання сиропу з певною концентрацією:

$$m_{цукр.} = \frac{m_{вод.} a_{цукр.}}{100 - a_{цукр.}} = \frac{m_{г.пр.} a_{цукр.}}{100}, \ [кг]; \qquad (7.22)$$

де $m_{цукр.}$ – маса цукру, *кг*;

$m_{вод.}$ – маса води, *кг*;

$a_{цукр.}$ – необхідна концентрація цукру у розчині, %;

$m_{г.пр.}$ – маса готового продукту (сиропу), *кг*.

Приклад: *необхідно приготувати* 150 *кг сиропу із вмістом цукру* 30%. *Визначити, яка кількість цукру необхідна у цьому випадку.*

Розв'язок:

$$m_{цукр.} = \frac{m_{г.пр.} a_{цукр.}}{100} = \frac{150 \cdot 30}{100} = 45 \ кг.$$

Приклад: *розрахувати, скільки необхідно додати цукру до* 105 *кг води, щоб отримати сироп концентрацією* 30%.

Розв'язок:

$$m_{цукр.} = \frac{m_{вод.} a_{цукр.}}{100 - a_{цукр.}} = \frac{105 \cdot 30}{100 - 30} = 45 \ кг.$$

Лекція № 8

Тема: ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ І ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНИХ НАПОЇВ ТА БРОДИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

Використані джерела: [1б]

8.1 Технологічний розрахунок виробництва безалкогольних напоїв.

8.2 Технологічний розрахунок виробництва етилового спирту.

8.3 Технологічні розрахунки виробництва горілки та лікеро-горілчаних напоїв.

8.4 Технологічний розрахунок виробництва пива.

8.1 Технологічний розрахунок виробництва безалкогольних напоїв

Газовані безалкогольні напої – це насичені вуглекислим газом водні розчини сиропів, що виготовлені з цукру, фруктово-ягідних соків, морсів, настоїв цитрусових плодів, виноградних вин, ароматичних есенцій, харчових кислот та деяких інших компонентів. Технологічним розрахунком визначають потребу в сировині, тарі і допоміжних матеріалах, а також кількість продуктів виробництва безалкогольних напоїв, які утворюються на окремих стадіях технологічного процесу. У рецептурах витрату сировини розраховують на 100 *дал* готового напою.

Витрата сировини може визначатися за годину, зміну, місяць або рік. Також витрата сировини може визначатися на певний об'єм $Q_{т.л.}$ [*дал*] випущеної продукції, тоді одержують необхідну витрату сировини у кілограмах. Визначимо витрату сипкої сировини (цукру, запашних речовин тощо), що необхідна для випуску продукції:

$$m_{сир.} = \frac{Q_{т.л.} m_{сир.}^{рец.}}{100}, [кг]; \qquad (8.1)$$

де $Q_{т.л.}$ – об'єм випущеної продукції технологічною лінією, *дал*;

$m_{сир.}^{рец.}$ – маса сипкої сировини (цукру, запашних речовин тощо), що витрачається на виготовлення 100 *дал* напою за рецептурою, *кг*.

Маса сухих речовин у сировині:

$$m_{сир.}^{с.р.} = m_{сир.} \frac{S_{сир.}}{100}, [кг]; \qquad (8.2)$$

де $S_{сир.}$ – вміст сухих речовин у сировині, %.

Визначимо витрату рідкої сировини (фруктових соків, морсів, настоїв, есенції, вина та спирту тощо), що необхідна для випуску продукції:

$$V_{сир.} = \frac{Q_{т.л.} V_{сир.}^{рец.}}{100}, [л]; \qquad (8.3)$$

де $V_{сир.}^{рец.}$ – об'єм рідкої сировини, що витрачається на виготовлення 100 *дал* напою за рецептурою, *л*.

Маса сухих речовин у сировині:

$$m_{сир.}^{с.р.} = V_{сир.} m_{сир.}^{с.р./л}, [кг]; \quad (8.4)$$

де $m_{сир.}^{с.р./л}$ – маса сухих речовин в 1 *л* сировині, *кг*/*л*.

Визначимо витрату лимонної кислоти на 100 *дал* напою:

$$m_{кис.} = m_{кис.}^{рец.} + m_{кис.}^{н.с.} - m_{кис.}^{сир.}, [г]; \quad (8.5)$$

де $m_{кис.}^{рец.}$ – маса лимонної кислоти за рецептурою, що має міститися у 100 *дал* напою, *г*;

$m_{кис.}^{н.с.}$ – маса кислоти, що потрібна для нейтралізації солей води на 100 *дал* напою, *г*;

$m_{кис.}^{сир.}$ – маса кислоти, що вводиться із сировиною (соком, морсом тощо) на 100 *дал* напою, *г*.

Масу кислоти $m_{кис.}^{сир.}$ розраховують за виразом:

$$m_{кис.}^{сир.} = V_{сир.}^{100} k_{сир.}, [г]; \quad (8.6)$$

де $V_{сир.}^{100}$ – об'єм сировини (сік, морс тощо), що витрачається на 100 *дал* напою, *л*;

$k_{сир.}$ – кислотність сировини (сік, морс тощо) за технічними умовами, *г*/*л*.

Масу кислоти $m_{кис.}^{н.с.}$ розраховують за виразом:

$$m_{кис.}^{н.с.} = V_{вод.}^{100} \frac{m_{кис.}^{вод.}}{1000}, [г]; \quad (8.7)$$

де $V_{вод.}^{100}$ – об'єм води, що витрачається на 100 *дал* напою, *л*;

$m_{кис.}^{вод.}$ – маса кислоти, що необхідна для нейтралізації солей на 100 *дал* води за певної її твердості, *г*.

Визначимо витрату води на 100 *дал* напою:

$$V_{вод.}^{100} = 1000 - V_{сир.}^{100} - \frac{m_{сир.} S_{сир.}}{100 \cdot m_{сир.}^{л}}, [л]; \quad (8.8)$$

де $V_{сир.}^{100}$ – об'єм рідкої сировини (соку, морсу тощо), що додається на 100 *дал* напою, *л*;

$m_{сир.}$ – маса сипкої сировини (цукру), що додається на 100 *дал* напою, *кг*;

$S_{сир.}$ – вміст сухих речовин у сипкій сировині (цукрі), %;

$m_{сир.}^{л}$ – маса 1 *л* сипкої сировини (цукру), *кг*.

Визначимо витрату лимонної кислоти на 100 *дал* напою у перерахунку на товарну кислоту, що містить 90,5% сухих речовин:

$$m_{кис.}^{тов.} = m_{кис.} \frac{100}{S_{кис.}}, [г]; \quad (8.9)$$

де $S_{кис.}$ – вміст сухих речовин у товарній кислоті, %.

Приклад: *у* 100 *дал напою "Яблучний" кислотністю* 2 *мл нормального розчину* NaOH *повинно міститися лимонної кислоти:* 2·0,07·10000 = 1400 *г (де* 0,07 *– кількість лимонної кислоти в грамах, еквівалентна* 1 *мл нормального розчину* NaOH*;* 10000 *– коефіцієнт для перерахунку на* 100 *дал напою).*

На 100 *дал напою витрачається* 140 *л яблучного соку, кислотність якого за технічними умовами дорівнює* 0,86 *г лимонної кислоти в* 100 *мл соку. Тоді кількість кислоти, яка вводиться з яблучним соком, становитиме:*

$$m_{кис.}^{сир.} = V_{сир.}^{100} k_{сир.} = 140 \cdot 8{,}6 = 1204 \text{ г.}$$

Об'єм води в 100 *дал напою:*

$$V_{вод.}^{100} = 1000 - V_{сир.}^{100} - \frac{m_{сир.} S_{сир.}}{100 \cdot m_{сир.}^{л}} = 1000 - 140 - \frac{110 \cdot 99{,}86}{100 \cdot 1{,}56} = 789{,}6 \text{ л;}$$

де $V_{сир.}^{100} = 140$ *л – об'єм яблучного соку, що додається згідно рецептури на* 100 *дал напою, л;*

$m_{сир.} = 110$ *кг – маса цукру в* 100 *дал напою, кг;*

$S_{сир.} = 99{,}86$ *% – вміст сухих речовин у цукрі, %;*

$m_{сир.}^{л} = 1{,}56$ *кг – маса* 1 *л цукру, кг.*

При твердості води 3,56663 *мг-екв/л на нейтралізацію солей потрібно буде* 228 *г лимонної кислоти на* 100 *дал, а на* 789,6 *л відповідно:*

$$m_{кис.}^{н.с.} = V_{вод.}^{100} \frac{m_{кис.}^{вод.}}{1000} = 789{,}6 \cdot \frac{228}{1000} = 180 \text{ г.}$$

До 100 *дал напою треба додати лимонної кислоти:*

$$m_{кис.} = m_{кис.}^{рец.} + m_{кис.}^{н.с.} - m_{кис.}^{сир.} = 1400 + 180 - 1204 = 376 \text{ г.}$$

Витрата лимонної кислоти на 100 *дал напою у перерахунку на товарну кислоту, що містить* 90,5% *сухих речовин:*

$$m_{кис.}^{тов.} = m_{кис.} \frac{100}{S_{кис.}} = 376 \cdot \frac{100}{90{,}5} = 415{,}4 \text{ г.}$$

Визначимо витрату вуглекислого газу на задану кількість продукції:

$$m_{в.г.} = \frac{Q_{т.л.} m_{в.г.}^{рец.}}{100}, \text{ [кг];} \qquad (8.10)$$

де $m_{в.г.}^{рец.}$ – маса зрідженого вуглекислого газу, що витрачається за рецептурою на 100 *дал* напою, *кг*.

Визначимо витрату колеру (харчовий барвник, що ще називають карамель чи палений цукор) на задану кількість продукції:

$$m_{кол.} = \frac{Q_{т.л.} m_{кол.}^{рец.}}{100}, \text{ [кг];} \qquad (8.11)$$

де $m_{кол.}^{реч.}$ – маса колеру, що витрачається за рецептурою на 100 *дал* напою, *кг*.

Маса сухих речовин у колері:

$$m_{кол.}^{с.р.} = m_{кол.} \frac{S_{кол.}}{100}, [кг]; \quad (8.12)$$

де $S_{кол.}$ – вміст сухих речовин у колері, %.

Для приготування колеру (за його виходу 105% від маси цукру) необхідно цукру:

$$m_{цукр.}^{кол.} = m_{кол.} \frac{100}{105}, [кг]. \quad (8.13)$$

Розрахунок кількості проміжних продуктів (цукровий і купажний сиропи, розчини лимонної кислоти, колеру та ваніліну) і води здійснюється за загальноприйнятими методиками. Розрахунок кількості тари та допоміжних матеріалів здійснюється з урахуванням їх втрат під час технологічних операцій та транспортування.

8.2 Технологічний розрахунок виробництва етилового спирту

Технологічний розрахунок виробництва етилового спирту передбачає визначення кількості сировини та напівпродуктів, що необхідні для виготовлення заданої кількості продукту. Етиловий спирт виробляють із меляси, картоплі, цукрових буряків та зернових культур біохімічним способом, що передбачає зброджування цукру під дією ферментів. Сировину та інші напівпродукти розраховують на 100 *дал* безводного спирту, що міститься у спирті-сирці.

Нормативний вихід безводного спирту (практичний) з 1 *т* умовного крохмалю становить $V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.} = 66{,}5$ *дал*. Натуральний крохмаль в умовний переводять шляхом множення вмісту крохмалю в сировині $a_{кр.}^{сир.}$ [%] на перевідний коефіцієнт $K_{сир.}$ (таблиця 8.1).

Таблиця 8.1 – Коефіцієнти для переведення натурального крохмалю сировини в умовний

Крохмаль із сировини	Коефіцієнт $K_{сир.}$	Крохмаль із сировини	Коефіцієнт $K_{сир.}$
Картопля	1,000	Жито	0,973
Кукурудза	0,985	Ячмінь	0,965
Просо	0,982	Цукрові буряки	0,891
Пшениця	0,985	Меляса	0,950

Маса умовного крохмалю із сировини, що необхідна для одержання 100 *дал* безводного спирту:

$$m_{кр.} = \frac{1000 \cdot 100}{V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.}}, [кг]. \quad (8.14)$$

Коефіцієнт роботи заводу (практичний вихід безводного спирту від теоретичного у відсотках):

$$K_{роб.} = \frac{V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.} \cdot 100}{V_{б.сп.}^{1т\ кр.т.}}, [\%]; \quad (8.15)$$

де $V_{б.сп.}^{1т\ кр.т.} = 71,997$ *дал* – теоретичний вихід спирту з 1 *т* умовного крохмалю, *дал*.

Технологічні втрати умовного крохмалю під час виробництва спирту:

$$B_{кр.} = 100 - K_{роб.}, [\%]. \quad (8.16)$$

Втрати безводного спирту на виробництві:

$$B_{б.сп.} = \frac{m_{кр.} V_{б.сп.}^{1т\ кр.т.} B_{кр.}}{1000 \cdot 100}, [\%]. \quad (8.17)$$

Вихід безводного спирту з загальної кількості умовного крохмалю:

$$V_{б.сп.} = m_{кр.} V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.}, [дал]. \quad (8.18)$$

Для оцукрювання зернокартопляних заторів використовують суміш солоду з ячменю та вівса або проса. Кількість крохмалю, що надходить з сировиною для приготування солоду:

$$m_{кр.}^{сир.} = m_{кр.} \frac{a_{сол.}^{зерно.}}{100} \cdot \frac{a_{сол.}^{сир.}}{100} \cdot \frac{a_{кр.}^{сир.}}{100} \cdot \frac{(100 - B_{сол.})}{100}, [кг]; \quad (8.19)$$

де $a_{сол.}^{зерно.}$ – витрата зерна (складових суміші солоду) на солод від маси умовного крохмалю, яка надходить на виробництво, %;

$a_{сол.}^{сир.}$ – відсоток солоду із певного виду сировини в суміші солоду, %;

$a_{кр.}^{сир.}$ – вміст крохмалю в сировині (складових суміші солоду), %;

$B_{сол.}$ – втрати під час виробництва солоду від маси крохмалю солодового зерна (не повинні перевищувати $B_{сол.} = 16,0\ \%$), %.

Маса умовного крохмалю, що надходить із складовими (сировиною) суміші солоду:

$$m_{кр.}^{сир.*} = m_{кр.}^{сир.} K_{сир.}, [кг]; \quad (8.20)$$

де $K_{сир.}$ – коефіцієнт для переведення натурального крохмалю в умовний.

Маса умовного крохмалю, що надходить з солодом:

$$m_{кр.}^{сол.} = \sum_{i=1}^{n} m_{кр.i}^{сир.*}, [кг]; \quad (8.21)$$

де $m_{кр.i}^{сир.*}$ – маса умовного крохмалю, що надходить з i-ою складовою (сировиною) суміші солоду, *кг*.

Маса умовного крохмалю, яку необхідно ввести із сировиною (зерно, картопля тощо) без солоду для розварювання:

$$m_{кр.}^{сир.*} = m_{кр.} - m_{кр.}^{сол.}, [кг]. \quad (8.22)$$

Маса крохмалю, що надходить із сировиною без солоду для розварювання:

$$m_{кр.}^{сир.} = \frac{m_{кр.}^{сир.*}}{K_{сир.}}, [кг]. \quad (8.23)$$

Маса сировини (яка не входить до складу суміші солоду), що необхідна для виробництва 100 *дал* безводного спирту:

$$m_{сир.} = \frac{m_{кр.}^{сир.} \cdot 100}{a_{кр.}^{сир.}} \cdot \frac{100}{(100 - З_{сир.})}, [кг]; \quad (8.24)$$

де $a_{кр.}^{сир.}$ – вміст крохмалю в сировині, %;

$З_{сир.}$ – засміченість або забрудненість сировини, %.

Маса сировини для приготування солоду, розрахована на 100 *дал* безводного спирту:

$$m_{сир.} = \frac{m_{кр.}^{сир.} \cdot 100}{a_{кр.}^{сир.}} \cdot \frac{100}{(100 - З_{сир.})} \cdot \frac{100}{(100 - B_{сол.})}, [кг]. \quad (8.25)$$

8.3 Технологічні розрахунки виробництва горілки та лікеро-горілчаних напоїв

Технологічний розрахунок виробництва горілки

Визначимо витрату спирту на виробництво горілки. Витрата спирту визначається із урахуванням безповоротних його втрат під час приготування водно-спиртової суміші, перекачування її в напірне відділення, обробки суміші активованим вугіллям і її фільтрації, а також під час розливання горілки. Ці втрати обчислюються в об'ємних відсотках (*об*.%) від кількості спирту, витраченого на виробництво горілки. Також ураховують спирт, що міститься в поворотному продукті (чистому горілчаному браку) та у відходах виробництва (брудному браку).

Витрата безводного спирту для виробництва 1000 *дал* горілки:

$$V_{б.сп.} = \frac{1000 \cdot a_{сп.}}{100 - B_{сп.}}, [дал]; \quad (8.26)$$

де $a_{сп.}$ – міцність горілки (або вміст спирту в горілці, %), *об*.%;

$B_{сп.}$ – загальні втрати спирту під час виробництва горілки, %.

Загальні втрати спирту під час виробництва горілки:

$$B_{сп.} = B_{оч.цех.} + B_{розл.}, [\%]; \quad (8.27)$$

де $B_{оч.цех.}$ – втрати спирту в очисному цеху, %;

$B_{розл.}$ – втрати спирту в розливному цеху, %.

Витрата ректифікованого спирту (містить деяку кількість води) для виробництва 1000 *дал* горілки:

$$V_{р.сп.} = \frac{100 \cdot V_{б.сп.}}{a_{р.сп.}}, [дал]; \quad (8.28)$$

де $a_{р.сп.}$ – міцність ректифікованого спирту, *об*.%.

Під час розрахунків приймають, що втрати води такі самі як і втрати спирту, оскільки спирт завжди випаровується у вигляді водно-спиртової суміші. Витрата виправленої води для приготування 1000 *дал* сортівки горілки:

$$V_{вод.} = \frac{V_{р.сп.} V_{вод.}^{100сп.}}{100}, [дал]; \quad (8.29)$$

де $V_{вод.}^{100сп.}$ – об'єм води, який необхідно додати до 100 *дал* спирту певної міцністю для утворення водно-спиртової суміші заданої концентрації спирту, *дал*.

Визначаючи кількість приготовленої сортівки необхідно ураховувати безповоротні втрати, кількість поворотних продуктів та брудного браку. Об'єм сортівки для приготування 1000 *дал* горілки:

$$V_{сорт.} = 1000 \cdot k, [дал]; \quad (8.30)$$

$$k = \frac{100 + B_{пов.} + B_{б.б.} + B_{сп.}}{100}; \quad (8.31)$$

де $B_{пов.}$ – загальна кількість продуктів, які повертаються в очисне відділення (поворотні втрати), %;

$B_{б.б.}$ – загальні втрати у вигляді брудного браку, %;

$B_{сп.}$ – загальні втрати продукції в очисному та розливному цехах, що приймають рівними загальній втраті спирту, %.

Об'єм поворотних продуктів, що припадає на 1000 *дал* горілки:

$$V_{пов.} = 1000 \cdot \frac{B_{пов.}}{100}, [дал]. \quad (8.32)$$

Об'єм брудного браку, що припадає на 1000 дал горілки:

$$V_{б.б.} = 1000 \cdot \frac{B_{б.б.}}{100}, [дал]. \quad (8.33)$$

Поправочний коефіцієнт для розрахунку об'єму горілки у збірниках готової продукції (припускаючи, що в розливному цеху утворюється весь брудний брак):

$$k^* = \frac{100 + B_{розл.} + B_{б.б.} + B_{п.п.}^*}{100}, \quad (8.34)$$

де $B_{розл.}$ – загальні втрати продукції в розливному цеху, %;

$B^{*}_{п.п.}$ – загальна кількість поворотних продуктів, які утворюються в розливному цеху, %.

Об'єм горілки в збірнику готової продукції:

$$V_{гор.зб.} = 1000 \cdot k^{*}, \text{ [дал]}. \quad (8.35)$$

Витрата рецептурних компонентів (сировини), які додають у сортівку:

- для сипких (маса):

$$m_{сир.} = \frac{m^{рец.}_{сир.} Q_{т.л.}}{1000}, \text{ [кг]}; \quad (8.36)$$

де $m^{рец.}_{сир.}$ – маса компонента (сировини), що додається за рецептурою на 1000 *дал* горілки, *кг*;

$Q_{т.л.}$ – об'єм випуску продукції, *дал*;

- для рідких (об'єм):

$$V_{сир.} = \frac{V^{рец.}_{сир.} Q_{т.л.}}{1000}, \text{ [л]}; \quad (8.37)$$

де $V^{рец.}_{сир.}$ – об'єм компонента (сировини), що додається за рецептурою на 1000 *дал* горілки, *л*;

$Q_{т.л.}$ – об'єм випуску продукції, *дал*.

Якщо необхідно визначити скільки сировини повинен заготувати завод, тоді необхідно ураховувати її втрати під час зберігання і транспортування в основне виробництво, зокрема, ураховувати втрати етилового спирту, що залежать від пори року.

Технологічний розрахунок виробництва лікеро-горілчаних напоїв

Усі продукти, які потрібні для приготування напоїв розраховують за рецептурою лікеро-горілчаних виробів. Для цього спочатку визначають витрату напівфабрикатів (соків, морсів, ароматних спиртів, настоїв, цукрового сиропу тощо), вихідної сировини та інгредієнтів на 1000 *дал* кожного із напоїв за формулами (8.36) та (8.37), а потім знайдені дані перераховують на річну і добову потужність відповідного цеху. Після цього визначають витрату спирту та води.

Об'єм безводного спирту $V^{куп.нап.}_{б.сп.}$ та спирту-ректифікату $V^{куп.нап.}_{р.сп.}$ міцністю $a^{куп.нап.}_{р.сп.}$ [*об*.%], який вводять у купаж (без напівфабрикатів) на 1000 *дал* напою, визначаємо шляхом виключення із загальної витрати спирту (безводного, ректифікованого) на 1000 *дал* напою спирту (безводного, ректифікату) напівфабрикатів:

$$V^{куп.нап.}_{б.сп.} = V^{нап.}_{б.сп.} - V^{н.ф.нап.}_{б.сп.}, \text{ [дал]}; \quad (8.38)$$

$$V^{куп.нап.}_{р.сп.} = \frac{V^{куп.нап.}_{б.сп.} \cdot 100}{a^{куп.нап.}_{р.сп.}}, \text{ [дал]}; \quad (8.39)$$

де $V^{нап.}_{б.сп.}$ – загальна витрата безводного спирту, що додається за рецептурою на 1000 *дал* напою, *дал*;

$V_{б.сп.}^{н.ф.нап.}$ – об'єм безводного спирту у напівфабрикатах, що додається за рецептурою на 1000 *дал* напою, *дал*.

Загальну витрату спирту-ректифікату на 1000 *дал* напою визначимо підсумовуючи витрати на купажування і приготування настоїв та ароматних спиртів (якщо морси та соки готуються на підприємстві, тоді витрати спирту на їх приготування теж додаються до загальних витрат):

$$V_{р.сп.}^{заг.нап.} = V_{р.сп.}^{куп.нап.} + V_{р.сп.}^{н.ф.нап.} \ [дал]; \tag{8.40}$$

де $V_{р.сп.}^{н.ф.нап.}$ – об'єм спирту-ректифікату у напівфабрикатах, що додаються за рецептурою на 1000 *дал* напою, *дал*.

Витрата виправленої води на 1000 *дал* напою:

$$V_{вод.}^{нап.} = \frac{V_{р.сп.}^{заг.нап.} V_{вод.}^{100сп.}}{100}, \ [дал]. \tag{8.41}$$

Із одержаної кількості виправленої води необхідно виключити воду, що міститься у привозних соках і морсах.

Розрахунок потрібної кількості тари

Горілку та лікеро-горілчані напої розливають у пляшки різної місткості $V_{пл.}$ [*л*]. Річна потреба у пляшках:

$$n_{пл.}^{р.гор.} = \frac{Q_{т.л.} \cdot 10}{V_{пл.}}, \ [шт.]; \tag{8.42}$$

де $V_{пл.}$ – місткість пляшки, *л*.

Під час розрахунку потрібної кількості пляшок необхідно ураховувати допустимі норми бою пляшок: під час зберігання у посудному цеху разом із операціями прийому, сортування і внутрішньозаводського переміщення посуду – 0,8%; у пакувально-відпускному цеху готової продукції – 0,05%; на виробництві – 1,2%; під час миття – 1,8%. Тоді загальні втрати пляшок – $B_{пл.} = 3{,}85\%$. Отже, річна потреба у пляшках:

$$n_{пл.}^{р.гор.*} = \frac{n_{пл.}^{р.гор.} \cdot 100}{100 - B_{пл.}}, \ [шт.]; \tag{8.43}$$

де $B_{пл.}$ – загальні втрати пляшок, %.

Місячна та добова потреба у пляшках розраховується шляхом ділення річної потреби, відповідно, на 12 місяців та 243 робочих дні.

Аналогічно розраховується кількість етикеток та кришок для пляшок із урахуванням їх норм витрат та втрат.

8.4 Технологічний розрахунок виробництва пива

В Україні виробляють світле і темне пиво різних сортів. Кожен сорт пива характеризується певним смаком, ароматом, кольором та наявністю спирту. Смакові та фізико-хімічні показники пива залежать від хімічного складу і норм

витрати сировини, а також від технології виробництва. Концентрація початкового сусла є основою для визначення витрати солоду, а в поєднанні із дійсним ступенем зброджування дозволяє визначити вміст спирту і екстрактивність готового пива. Характерний хмельовий аромат пива залежить від якості, сорту і норм внесення хмелю. Щоб забезпечити смак і колір пива у затір додають карамельний солод, палений цукор або цукровий колер.

Визначимо кількість сировини та проміжних продуктів на $m_{відс.зерн.} = 100$ *кг* очищеного (відсортованого) ячменю.

Маса сухих речовин в ячмені до замочування:

$$m_{зерн.}^{с.р.} = \frac{m_{відс.зерн.} a_{зерн.}^{с.р.}}{100}, [кг]; \quad (8.44)$$

де $m_{відс.зерн.}$ – маса очищеного (відсортованого) ячменю, *кг*;

$a_{зерн.}^{с.р.}$ – вміст сухих речовин в ячмені, %.

Сумарні втрати сухих речовин зерна під час замочування:

$$B_{зам.}^{с.р.} = B_{спл.}^{с.р.} + B_{розч.}^{с.р.}, [\%]; \quad (8.45)$$

де $B_{спл.}^{с.р.}$ – втрати сухих речовин зерна на сплав, %;

$B_{розч.}^{с.р.}$ – втрати сухих речовин зерна на розчинення, %.

Маса сухих речовин в ячмені після замочування:

$$m_{зам.зерн.}^{с.р.} = m_{зерн.}^{с.р.} \cdot \frac{(100 - B_{зам.}^{с.р.})}{100}, [кг]. \quad (8.46)$$

Маса замоченого ячменю:

$$m_{зам.зерн.} = \frac{m_{зам.зерн.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{зам.зерн.})}, [кг]; \quad (8.47)$$

де $W_{зам.зерн.}$ – відносна вологість замоченого ячменю, %.

Маса сухих речовин у зеленому солоді:

$$m_{з.сол.}^{с.р.} = \frac{m_{зерн.}^{с.р.} (100 - B_{спл.}^{с.р.} - B_{розч.}^{с.р.} - B_{дих.}^{с.р.})}{100}, [кг]; \quad (8.48)$$

де $B_{дих.}^{с.р.}$ – втрати сухих речовин зерна на дихання, %.

Маса зеленого солоду:

$$m_{з.сол.} = \frac{m_{з.сол.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{з.сол.})}, [кг]; \quad (8.49)$$

де $W_{з.сол.}$ – відносна вологість зеленого солоду, %.

Маса сухих речовин у ростках:

$$m_{рост.}^{с.р.} = \frac{m_{зерн.}^{с.р.} B_{рост.}^{с.р.}}{100}, [кг]; \quad (8.50)$$

де $B_{рост.}^{с.р.}$ – втрати сухих речовин на утворення ростків від маси сухих речовин зерна, %.

Маса сухих речовин у свіжовисушеному солоді після видалення ростків:

$$m_{с.сол.}^{с.р.} = m_{з.сол.}^{с.р.} - m_{рост.}^{с.р.}, [кг]. \quad (8.51)$$

Маса сухого солоду:

$$m_{с.сол.} = \frac{m_{с.сол.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{с.сол.})}, [кг]; \quad (8.52)$$

де $W_{с.сол.}$ – відносна вологість сухого солоду, %.

Маса відлежаного солоду:

$$m_{відл.сол.} = \frac{m_{с.сол.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{відл.сол.})}, [кг]; \quad (8.53)$$

де $W_{відл.сол.}$ – відносна вологість відлежаного солоду, %.

Маса сухих речовин у товарному солоді після полірування:

$$m_{т.сол.}^{с.р.} = m_{с.сол.}^{с.р.} - \frac{m_{відл.сол.} B_{пол.}^{с.р.}}{100}, [кг]; \quad (8.54)$$

де $B_{пол.}^{с.р.}$ – втрати сухих речовин під час полірування відлежаного солоду від маси відлежаного солоду, %.

Вихід товарного солоду з відлежаного:

$$m_{т.сол.} = \frac{m_{т.сол.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{відл.сол.})}, [кг]. \quad (8.55)$$

На 100 *кг* відсортованого ячменю необхідно несортованого (товарного) ячменю:

$$m_{т.зерн.} = \frac{100 \cdot 100}{a_{відс.зерн.}}, [кг]; \quad (8.56)$$

де $a_{відс.зерн.}$ – вміст відсортованого ячменю у товарному ячмені, %.

Вихід товарного солоду відносно несортованого ячменю:

$$a_{т.сол.} = \frac{m_{т.сол.} \cdot 100}{m_{т.зерн.}}, [\%]. \quad (8.57)$$

Маса відсортованого ячменю, що витрачається на 100 *кг* товарного солоду:

$$m_{відс.зерн.}^{100сол.} = \frac{100 \cdot 100}{m_{т.сол.}}, [кг]. \quad (8.58)$$

Маса несортованого (товарного) ячменю, що витрачається на 100 *кг* товарного солоду:

$$m_{т.зерн.}^{100сол.} = \frac{m_{т.зерн.} \cdot 100}{m_{т.сол.}}, [кг]. \quad (8.59)$$

Маса втрат сухих речовин зерна на сплав:

$$m_{спл.зерн.}^{с.р.} = \frac{m_{зерн.}^{с.р.} \cdot B_{спл.}^{с.р.}}{100}, [кг]. \quad (8.60)$$

Маса сирого сплаву зерна:

$$m_{с.спл.зерн.} = \frac{m_{спл.зерн.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{с.спл.})}, [кг]; \quad (8.61)$$

де $W_{с.спл.}$ – відносна вологість сирого сплаву зерна, %.

Маса повітряно-сухого сплаву зерна:

$$m_{п.с.спл.зерн.} = \frac{m_{спл.зерн.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{п.с.спл.})}, [кг]; \quad (8.62)$$

де $W_{п.с.спл.}$ – відносна вологість повітряно-сухого сплаву зерна, %.

Маса ростків у повітряно-сухому стані:

$$m_{рост.} = \frac{m_{рост.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{рост.})}, [кг]; \quad (8.63)$$

де $W_{рост.}$ – відносна вологість ростків, %.

Маса сухих речовин у темному солоді:

$$m_{тем.сол.}^{с.р.} = \frac{m_{зерн.}^{с.р.} (100 - B_{тем.сол.}^{с.р.})}{100}, [кг]; \quad (8.64)$$

де $B_{тем.сол.}^{с.р.}$ – втрати сухих речовин під час виробництва темного солоду, %.

Маса відлежаного темного солоду:

$$m_{тем.сол.} = \frac{m_{тем.сол.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{відл.сол.})}, [кг]. \quad (8.65)$$

Коефіцієнт перерахунку світлого солоду у темний солод:

$$K_{сол.}^{св./тем.} = \frac{m_{т.сол.}}{m_{тем.сол.}}, [раз]. \quad (8.66)$$

Коефіцієнт перерахунку світлого солоду у карамельний солод:

$$K_{сол.}^{св./кар.} = \frac{m_{т.сол.}}{m_{кар.сол.}}, [раз]; \quad (8.67)$$

де $m_{кар.сол.}$ – маса відлежаного карамельного солоду, що виходить із маси $m_{т.сол.}$ світлого солоду, *кг*.

Коефіцієнт перерахунку світлого солоду у палений солод:

$$K_{сол.}^{св./пал.} = \frac{m_{т.сол.}}{m_{пал.сол.}}, [раз]; \quad (8.68)$$

де $m_{пал.сол.}$ – маса відлежаного паленого солоду, що виходить з маси $m_{т.сол.}$ світлого солоду, *кг*.

Щоб розрахувати кількість ячменю, відходів і напівфабрикатів для виробництва темного, карамельного та паленого солодів, необхідно показники, що визначені для світлого солоду, помножити на знайдені коефіцієнти.

Маса екстракту в солоді:

$$m_{екстр.} = \frac{m_{т.сол.}^{с.р.} e_{т.сол}}{100}, [кг]; \quad (8.69)$$

де $e_{т.сол.}$ – екстрактивність солоду, що йде на затирання, %.

Маса екстракту, що переходить у сусло:

$$m_{екстр.сусл.} = \frac{m_{екстр.}(100 - B_{сол.др.})}{100}, [кг]; \quad (8.70)$$

де $B_{сол.др.}$ – втрати в солодовій дробині від маси екстракту, %.

Маса сусла для пива:

$$m_{сусл.} = \frac{m_{екстр.сусл.} \cdot 100}{a_{сусл.}^{с.р.}}, [кг]; \quad (8.71)$$

де $a_{сусл.}^{с.р.}$ – концентрацією сухих речовин у суслі для пива, %.

Об'єм сусла за температури +20°C:

$$V_{сусл.} = \frac{m_{сусл.}}{\rho_{сусл.}^{20^{\circ}C}}, [л]; \quad (8.72)$$

де $\rho_{сусл.}^{20^{\circ}C}$ – густина $a_{сусл.}^{с.р.}$ %-го сусла, *кг*/*л*.

Об'єм гарячого сусла за температури +100°C:

$$V_{г.сусл.} = 1,04 \cdot V_{сусл.}, [л]. \quad (8.73)$$

Об'єм холодного сусла:

$$V_{х.сусл.} = \frac{V_{г.сусл.}(100 - B_{сусл.})}{100}, [л]; \quad (8.74)$$

де $B_{сусл.}$ – загальні втрати сусла від об'єму гарячого сусла, %.

Вихід зеленого (молодого) пива:

$$V_{з.пиво} = \frac{V_{х.сусл.}(100 - B_{брод.})}{100}, [л]; \quad (8.75)$$

де $B_{брод.}$ – втрати у бродильному відділенні від об'єму холодного сусла, %.

Вихід фільтрованого пива:

$$V_{філ.пиво} = \frac{V_{з.пиво}(100 - B_{філ.})}{100}, [л]; \quad (8.76)$$

де $B_{філ.}$ – втрати у лагерному і фільтрувальному відділеннях від об'єму зеленого пива, %.

Вихід готового (товарного) пива:

$$V_{т.пиво} = \frac{V_{філ.пиво}(100 - B_{пиво})}{100}, [л]; \quad (8.77)$$

де $B_{пиво}$ – втрати пива під час розливання у пляшки, %.

Вихід товарного пива із гарячого сусла:

$$a_{т.пиво} = \frac{V_{т.пиво} \cdot 100}{V_{г.сусл}}, [\%]. \quad (8.78)$$

Загальна маса хмелю, що витрачається на виробництво пива:

$$m_{хм.} = \frac{m_{хм./дал} V_{т.пиво}}{10}, [г]; \quad (8.79)$$

де $m_{хм./дал}$ – маса хмелю, що витрачається на 1 *дал* пива, *г/дал*.

Лекція № 9

Тема: ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА

Використані джерела: [1б-6б]

9.1 Технологічні розрахунки очищення, сушіння та зберігання зерна.

9.2 Технологічний розрахунок виробництва борошна.

9.3 Технологічний розрахунок виробництва круп та пластівців.

9.4 Технологічний розрахунок виробництва рослинної олії з обрушенням насіння.

9.1 Технологічні розрахунки очищення, сушіння та зберігання зерна

Маса зернового вороху після первинного очищення:

$$m_{з.вор.}^{п.оч.} = m_{з.вор.}^{поч.} \frac{(100 - a_{см.д.}^{поч.})}{(100 - a_{см.д.}^{кінц.})}, \text{ [кг]}; \quad (9.1)$$

де $m_{з.вор.}^{поч.}$ – маса зернового вороху до первинного очищення, *кг*;

$a_{см.д.}^{поч.}$ – вміст сміттєвих домішок у зерновому воросі до очищення, %;

$a_{см.д.}^{кінц.}$ – вміст сміттєвих домішок у зерновому воросі після очищення, %.

Вміст сміттєвих домішок у зерновому воросі до і після первинного очищення:

$$a_{см.д.}^{поч.} = \frac{(m_{з.вор.}^{поч.} - m_{зерно}) \cdot 100}{m_{з.вор.}^{поч.}} \text{ та } a_{см.д.}^{кінц.} = \frac{(m_{з.вор.}^{п.оч.} - m_{зерно}) \cdot 100}{m_{з.вор.}^{п.оч.}}, \text{ [\%]}; \quad (9.2)$$

де $m_{зерно}$ – маса зерна у зерновому воросі (приймається, що втрати зерна під час первинного очищення не відбувається), *кг*.

Маса зерна після вторинного очищення:

$$m_{зерно}^{вт.оч.} = m_{з.вор.}^{п.оч.} \frac{(100 - a_{з.д.}^{поч.})}{(100 - a_{з.д.}^{кінц.})}, \text{ [кг]}; \quad (9.3)$$

де $m_{з.вор.}^{п.оч.}$ – маса зернового вороху після первинного очищення, *кг*;

$a_{з.д.}^{поч.}$ – вміст зернових домішок у зерні до вторинного очищення, %;

$a_{з.д.}^{кінц.}$ – вміст зернових домішок у зерні після вторинного очищення, %.

Вміст зернових домішок у зерні до і після вторинного очищення:

$$a_{з.д.}^{поч.} = \frac{(m_{з.вор.}^{п.оч.} - m_{зерно}) \cdot 100}{m_{з.вор.}^{п.оч.}} \text{ та } a_{з.д.}^{кінц.} = \frac{(m_{з.вор.}^{вт.оч.} - m_{зерно}) \cdot 100}{m_{з.вор.}^{вт.оч.}}, \text{ [\%]}; \quad (9.4)$$

де $m_{зерно}$ – маса зерна (приймається, що втрати зерна під час вторинного очищення не відбувається), *кг*.

Маса зерна після сушіння:

$$m_{зерно}^{суш.} = m_{зерно}^{вт.оч.} \frac{(100 - W_{зерно}^{поч.})}{(100 - W_{зерно}^{кінц.})}, \text{ [кг]}; \quad (9.5)$$

де $m_{зерно}^{вт.оч.}$ – маса зерна до сушіння (після вторинного очищення), *кг*;

$W_{зерно}^{поч.}$ – початкова відносна вологість зерна (приймається на 0,5…1,0% нижче початкової відносної вологості зернового вороху внаслідок часткового зменшення відносної вологості під час очищення зерна), %;

$W_{зерно}^{кінц.}$ – відносна вологість зерна після сушіння (вентилювання), %.

Під час зберігання зерна внаслідок дихання та випаровування води відбувається зменшення його кількості. Для урахування цих втрат зерна встановлені норми природних втрат маси зерна. Якщо термін зберігання зерна не співпадає із відомими нормативними значеннями (норми природних втрат маси зерна під час зберігання встановленні для трьох, шести та дванадцяти місяців зберігання), тоді норми природних втрат маси зерна під час зберігання наближено визначаються за формулами:

- зберігання до 3 місяців:

$$B_{<3м} = \frac{B_{3м} n_{д.}}{90}, \text{ [%]}; \quad (9.6)$$

де $B_{3м}$ – норма природних втрат маси зерна під час зберігання протягом трьох місяців, %;

$n_{д.}$ – кількість діб зберігання зерна, *діб*;

- зберігання від 3 до 6 місяців:

$$B_{<6м} = B_{3м} + \frac{(B_{6м} - B_{3м})(n_{д.} - 90)}{90}, \text{ [%]}; \quad (9.7)$$

де $B_{6м}$ – норма природних втрат маси зерна під час зберігання протягом шести місяців, %;

- зберігання від 6 до 12 місяців:

$$B_{<12м} = B_{6м} + \frac{(B_{12м} - B_{6м})(n_{д.} - 180)}{180}, \text{ [%]}; \quad (9.8)$$

де $B_{12м}$ – норма природних втрат маси зерна під час зберігання протягом дванадцяти місяців, %.

Втрати зерна також спостерігаються під час завантажувально-розвантажувальних робіт та транспортування зерна. В умовах елеватора вони складають 0,03%, а під час переміщення зерна на складі – 0,04%.

9.2 Технологічний розрахунок виробництва борошна

Вихід борошна – кількість одержаного під час помелу борошна разом із домішками у відсотках до маси зерна, що переробляється. Під час визначення норм виходу розрізняють базисний, розрахунковий та фактичний вихід.

Базисний вихід – кількість продукції, що має бути одержана за певного типу помелу із зерна базисних кондицій до яких відносяться: відносна вологість, зольність, вміст сміттєвих та зернових домішок, натура. Базисний вихід встановлено для кожного типу помелу. При відхиленні фактичної якості зерна від базисних кондицій встановлюють розрахункові норми, що є обов'язковими на період переробки зерна даної якості.

Розрахунковий вихід – кількість продукції, що встановлена шляхом розрахунку із застосуванням норм знижок та надбавок до величини базисного виходу залежно від фактичної якості зерна, що переробляється.

Контроль виконання норм виходу продукції здійснюють за показниками фактичного виходу. **Фактичний вихід** – кількість одержаної продукції у відсотках до маси фактично переробленого зерна за певний період часу. При цьому ураховується кількість одержаного борошна, відходів та висівок.

Визначимо відсоткове відхилення виходу готової продукції від базисного значення за кожним показником якості зерна, тобто знижки та надбавки до величини базисного виходу продукції.

Розрахунок за відносною вологістю

Розрахункове зволоження (усушка):

$$\Delta_{розр.} = \frac{\left| W_{зерно}^{факт.} - W_{пр.}^{розр.} \right| \cdot 100}{(100 - W_{пр.}^{розр.})}, [\%]; \qquad (9.9)$$

де $W_{зерно}^{факт.}$ – фактична відносна вологість зерна, %;

$W_{пр.}^{розр.}$ – розрахункова відносна вологість продукції, %.

Надбавку зі знаком "+" до загального виходу борошна та висівок роблять у розмірі 0,5% на кожен відсоток розрахункового зволоження:

$$\delta_{зв.} = \Delta_{розр.} \cdot 0,5, [\%]. \qquad (9.10)$$

Величина усушки при цьому зменшиться на цю ж величину, але зі знаком "–": $\delta_{ус.} = -\delta_{зв.}$ [%]. Загальна надбавка $\delta_{зв.}$ [%] припадає на вихід борошна та висівок $a_{б.+вис.}^{баз.} = a_{б.заг.}^{баз.} + a_{вис.}^{баз.}$ [%] (де $a_{б.заг.}^{баз.}$ – загальний базисний вихід борошна (продукції), %; $a_{вис.}^{баз.}$ – базисний вихід висівок, %;). Розрахунок надбавки за вологістю для готової продукції (сортів борошна та висівок) проводять пропорційно її базисному виходу:

$$\delta_{вол.}^{г.пр.} = \frac{\delta_{зв.} a_{г.пр.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}}, [\%]; \qquad (9.11)$$

де $a_{г.пр.}^{баз.}$ – базисний вихід готової продукції (сортів борошна і висівок), %.

Сума усіх розрахованих надбавок для кожного виду продукції має бути рівною загальній надбавці $\delta_{зв.}$ [%], тобто $\sum_{i=1}^{n} \delta_{вол.i}^{г.пр.} = \delta_{зв.}$ [%] (де n – кількість видів готової продукції (сортів борошна, висівок), *шт.*).

Розрахунок за натурою

На кожен грам натури зерна, що менше базисного значення $\rho_{нат.}^{баз.}$ [*г/л*], вихід борошна зменшується на 0,05%, а вихід висівок зростає на таку ж величину. Відповідно, на кожен грам натури, що більше базисного значення $\rho_{нат.}^{баз.}$ [*г/л*], вихід борошна збільшується на 0,05%, а вихід висівок зменшується на таку ж величину. Отже, загальна знижка (надбавка):

$$\delta_{нат.} = (\rho_{нат.}^{факт.} - \rho_{нат.}^{баз.}) \cdot 0,05 \text{ , [\%];} \qquad (9.12)$$

де $\rho_{нат.}^{факт.}$ – фактичний показник натури зерна, *г/л*.

Розрахунок знижки (надбавки) за натурою для готової продукції (сортів борошна) проводять пропорційно її базисним виходам:

$$\delta_{нат.}^{г.пр.} = \frac{\delta_{нат.} a_{г.пр.}^{баз.}}{a_{б.заг.}^{баз.}} \text{, [\%].} \qquad (9.13)$$

Сума усіх розрахованих знижок (надбавок) має бути рівною загальній знижці (надбавці) $\delta_{нат.}$ [%], тобто $\sum_{i=1}^{n} \delta_{нат.i}^{г.пр.} = \delta_{нат.}$ [%] (де n – кількість видів готової продукції (сортів борошна), *шт*.).

Розрахунок за скловидністю

На кожен відсоток скловидності зерна, що менше базисного значення $c_{зерно}^{баз.}$ [%], вихід борошна зменшується на 0,05%, а вихід висівок зростає на таку ж величину. Відповідно, на кожен відсоток скловидності зерна, що більше базисного значення $c_{зерно}^{баз.}$ [%], вихід борошна зростає на 0,05%, а вихід висівок зменшується на таку ж величину. Отже, загальна знижка (надбавка):

$$\delta_{скл.} = (c_{зерно}^{факт.} - c_{зерно}^{баз.}) \cdot 0,05 \text{ , [\%];} \qquad (9.14)$$

де $c_{зерно}^{факт.}$ – фактична скловидність зерна, %.

Розрахунок знижки (надбавки) за скловидністю для готової продукції (сортів борошна) проводять пропорційно її базисним виходам:

$$\delta_{скл.}^{г.пр.} = \frac{\delta_{скл.} a_{г.пр.}^{баз.}}{a_{б.заг.}^{баз.}} \text{, [\%].} \qquad (9.15)$$

Сума усіх розрахованих знижок (надбавок) має бути рівною загальній знижці (надбавці) $\delta_{скл.}$ [%], тобто $\sum_{i=1}^{n} \delta_{скл.i}^{г.пр.} = \delta_{скл.}$ [%] (де n – кількість видів готової продукції (сортів борошна), *шт*.).

Розрахунок за сміттєвими домішками

На кожен відсоток сміттєвих домішок у зерні, що більше базисного значення $a_{см.д.}^{баз.}$ [%], вихід борошна та висівок зменшується на 1,0%, а вихід кормового зернопродукту зростає на таку ж величину. Відповідно, на кожен

відсоток сміттєвих домішок у зерні, що менше базисного значення $a_{см.д.}^{баз.}$ [%], вихід борошна та висівок зростає на 1,0%, а вихід кормового зернопродукту зменшується на таку ж величину. Отже, загальна знижка (надбавка):

$$\delta_{см.д.} = (a_{см.д.}^{баз.} - a_{см.д.}^{факт.}) \cdot 1 \text{, [\%];} \tag{9.16}$$

де $a_{см.д.}^{факт.}$ – фактичний вміст сміттєвих домішок у зерні, %.

Розрахунок знижки (надбавки) за сміттєвими домішками для готової продукції (сортів борошна і висівок) проводять пропорційно її базисним виходам:

$$\delta_{см.д.}^{г.пр.} = \frac{\delta_{см.д.} a_{г.пр.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} \text{, [\%].} \tag{9.17}$$

Сума усіх розрахованих знижок (надбавок) має бути рівною загальній знижці (надбавці) $\delta_{см.д.}$ [%], тобто $\sum_{i=1}^{n} \delta_{см.д.i}^{г.пр.} = \delta_{см.д.}$ [%] (де n – кількість видів готової продукції (сортів борошна, висівок), *шт.*).

Розрахунок за зерновими домішками

На кожен відсоток зернових домішок у зерні, що більше базисного значення $a_{з.д.}^{баз.}$ [%], вихід борошна та висівок зменшується на 0,35%, а вихід кормового зернопродукту зростає на таку ж величину. Відповідно, на кожен відсоток зернових домішок у зерні, що менше базисного значення $a_{з.д.}^{баз.}$ [%], вихід борошна та висівок збільшується на 0,35%, а вихід кормового зернопродукту зменшується на таку ж величину. Крім того, під час сортових помелів вихід борошна також зменшується на 0,18% внаслідок наявності дрібного зерна, а вихід висівок зростає на таку ж величину. Отже, загальна знижка (надбавка) для зернових домішок:

$$\delta_{з.д.} = (a_{з.д.}^{баз.} - a_{з.д.}^{факт.}) \cdot 0,35 \text{, [\%];} \tag{9.18}$$

де $a_{з.д.}^{факт.}$ – фактичний вміст зернових домішок у зерні, %.

Розрахунок знижки (надбавки) за зерновими домішками для готової продукції (сортів борошна і висівок) проводять пропорційно її базисним виходам:

$$\delta_{з.д.}^{г.пр.} = \frac{\delta_{з.д.} a_{г.пр.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} \text{, [\%].} \tag{9.19}$$

Сума усіх знижок (надбавок) має бути рівною загальній знижці (надбавці) $\delta_{з.д.}$ [%], тобто $\sum_{i=1}^{n} \delta_{з.д.i}^{г.пр.} = \delta_{з.д.}$ [%] (де n – кількість видів готової продукції (сортів борошна, висівок), *шт.*).

Знижка для борошна у розмірі 0,18%. Загальна знижка (для дрібного зерна):

$$\delta_{з.д.}^{*} = (a_{з.д.}^{баз.} - a_{з.д}^{факт.}) \cdot 0,18 \text{, [\%].} \tag{9.20}$$

Ця загальна знижка припадає на загальний вихід борошна $a_{б.заг.}^{баз.}$ [%]. Розрахунок знижки для готової продукції (сортів борошна) проводять пропорційно її базисним виходам:

$$\delta_{з.д.}^{г.пр.*} = \frac{\delta_{з.д.}^{*} a_{г.пр.}^{баз.}}{a_{б.заг.}^{баз.}}, [\%]. \quad (9.21)$$

Сума усіх розрахованих знижок має бути рівною загальній знижці $\delta_{з.д.}^{*}$ [%], тобто $\sum_{i=1}^{n} \delta_{з.д.i}^{г.пр.*} = \delta_{з.д.}^{*}$ [%] (де n – кількість видів готової продукції (сортів борошна), *шт.*).

Розраховані для i -го виду продукції величини сумарного відхилення $\delta_{с.в.i}^{г.пр.}$ додають зі своїм знаком до відповідного базисного виходу. У результаті одержуємо розрахунковий вихід продукції:

$$a_{г.пр.i}^{розр.} = a_{г.пр.i}^{баз.} + \delta_{с.в.i}^{г.пр.}, [\%]. \quad (9.22)$$

Сума виходів готової продукції має становити 100%, тобто $\sum_{i=1}^{n} a_{г.пр.i}^{розр.} + \delta_{ус.} = 100$ [%] (де n – кількість видів готової продукції, *шт.*).

Розрахунковий вихід i -го виду продукції у кілограмах:

$$m_{г.пр.i}^{розр.} = \frac{m_{зерно} a_{г.пр.i}^{розр.}}{100}, [кг]; \quad (9.23)$$

де $m_{зерно}$ – маса зерна, що надійшло на переробку, *кг*.

Визначимо усушку в кілограмах:

$$m_{ус.}^{розр.} = \frac{m_{зерно} \left| \delta_{ус.} \right|}{100}, [кг]. \quad (9.24)$$

Сума виходів готової продукції має становити $\sum_{i=1}^{n} m_{г.пр.i}^{розр.} - m_{ус.}^{розр.} = m_{зерно}$ [*кг*] (де n – кількість видів готової продукції, *шт.*).

9.3 Технологічний розрахунок виробництва круп та пластівців

Для круп'яних заводів складаються лише кількісні баланси роздільно для підготовчих та переробних процесів. Баланс складається за технологічною схемою із урахуванням схем просіювання, номерів решіт та режимів роботи технологічного обладнання. Перед складанням балансу необхідно визначити кількість відходів на різних етапах процесу, величину зволоження зерна під час пропарювання, а також зниження відносної вологості під час сушіння. Для складання кількісного балансу необхідно відібрати продукти, що одержані після кожної технологічної системи (очисної, сортувальної, лущильної, контрольної тощо). Кожен продукт, отриманий після технологічної системи, зважується і з

урахуванням тривалості відбирання даного зразка визначається його вихід у відсотках, у відношенні до загальної кількості продукту, що надходить у дану технологічну систему. Кількість усіх продуктів визначається у відсотках до кількості зерна, що надходить у першу технологічну систему.

Рівняння кількісного балансу технологічного процесу має вигляд:

$$\sum_{i=1}^{n} m_{пр.i}^{поч.} = \sum_{i=1}^{k} m_{пр.i}^{кінц.}, \text{ [кг]}; \qquad (9.25)$$

де $\sum_{i=1}^{n} m_{пр.i}^{поч.}$ – початкова маса продукту, *кг*;

$\sum_{i=1}^{k} m_{пр.i}^{кінц.}$ – кінцева маса продукту, *кг*.

Під час складання балансу необхідно ураховувати, що перед лущенням із зерна, що надійшло на переробку, відокремлюють домішки у підготовчому відділенні. Тому маса зерна, що надійшло в лущильне відділення визначається за формулою:

$$m_{зерно}^{л.від.} = m_{зерно}^{п.від.} - m_{см.д.}, \text{ [кг]}; \qquad (9.26)$$

де $m_{зерно}^{п.від.}$ – маса зерна, що надійшло у підготовче відділення, *кг*;

$m_{см.д.}$ – маса відокремлених домішок, *кг*.

Важливим показником якості технологічних процесів круп'яного виробництва є вихід продукції:

$$a_{пр.} = \frac{m_{пр.}^{факт.}}{m_{пр.}^{сир.}} \cdot 100, \text{ [\%]}; \qquad (9.27)$$

де $m_{пр.}^{факт.}$ – маса фактично одержаного продукту (крупи), *кг*;

$m_{пр.}^{сир.}$ – маса продукту в початковій сировині, *кг*.

Що ближче значення виходу продукції до 100%, то ефективніше перероблення сировини і менші її втрати.

Приклад: *при масі ядра в* 100 *кг гречки* $m_{пр.}^{сир.} = 75$ *кг вихід гречаної крупи складає* $m_{пр.}^{факт.} = 67$ *кг. Таким чином, вихід продукції:*

$$a_{пр.} = \frac{m_{пр.}^{факт.}}{m_{пр.}^{сир.}} \cdot 100 = \frac{67 \cdot 100}{75} = 89,3\,\%.$$

Приклад: *при масі ядра в* 100 *кг проса* $m_{пр.}^{сир.} = 76$ *кг вихід крупи складає* $m_{пр.}^{факт.} = 65$ *кг. Таким чином, вихід продукції:*

$$a_{пр.} = \frac{m_{пр.}^{факт.}}{m_{пр.}^{сир.}} \cdot 100 = \frac{65 \cdot 100}{76} = 85,5\,\%.$$

Приклад: *при масі ядра в* 100 *кг вівса* $m_{пр.}^{сир.} = 65$ *кг вихід крупи складає* $m_{пр.}^{факт.} = 45$ *кг. Таким чином, вихід продукції:*

$$a_{пр.} = \frac{m_{пр.}^{факт.}}{m_{пр.}^{сир.}} \cdot 100 = \frac{45 \cdot 100}{65} = 69,2\ \%.$$

Вміст ядра $a_{ядр.}$ та лушпиння $a_{лушп.}$ у гречці та просі:

$$a_{ядр.} = \frac{(100 - (a_{см.д.} + a_{з.д.}))(100 - a_{пл.})}{100} - 0,7a_{з.д.},\ [\%]; \qquad (9.28)$$

$$a_{лушп.} = \frac{(100 - (a_{см.д.} + a_{з.д.}))a_{пл.}}{100},\ [\%]; \qquad (9.29)$$

де $a_{см.д.}$ – вміст сміттєвих домішок у зерні, %;

$a_{з.д.}$ – вміст зернових домішок у зерні, %;

$a_{пл.}$ – вміст плівок у зерні, %;

$0,7$ – коефіцієнт використання зернових домішок.

Вміст ядра $a_{ядр.}$ та лушпиння $a_{лушп.}$ у вівсі:

$$a_{ядр.} = \frac{(100 - (a_{см.д.} + a_{з.д.} + a_{др.з.}))(100 - a_{пл.})}{100} + 0,7(a_{луц.з.} + a_{пш.}),\ [\%]; \qquad (9.30)$$

$$a_{лушп.} = \frac{(100 - (a_{см.д.} + a_{з.д.} + a_{др.з.} + a_{пш.}))a_{пл.}}{100},\ [\%]; \qquad (9.31)$$

де $a_{др.з.}$ – вміст дрібних зерен вівса, %;

$a_{луц.з.}$ – вміст лущених зерен у сході з решета 1,8×1,0 *мм*, %;

$a_{пш.}$ – вміст зерен пшениці, жита, ячменю у тому ж сході із решета, %.

Для інших круп'яних культур (ячмінь, горох, кукурудза, пшениця, крім рису) визначається наявність домішок, а не наявність ядра та лушпиння.

Технологічний розрахунок виробництва пластівців (вівсяних, кукурудзяних та із інших зернових) передбачає визначення маси сировини, проміжних продуктів та готової продукції із урахуванням технологічних втрат. Переважно технологічні втрати подяють у вигляді втрат сухих речовин під час технологічних операцій.

Маса сухих речовин у сировині, проміжних продуктах чи готовій продукції:

$$m_{сир./пр.}^{с.р.} = \frac{m_{сир./пр.}(100 - W_{сир./пр.})}{100},\ [кг]; \qquad (9.32)$$

де $m_{сир./пр.}$ – маса сировини, проміжних продуктів чи готової продукції, *кг*;

$W_{сир./пр.}$ – відносна вологість сировини, проміжних продуктів чи готової продукції, %.

Маса сухих речовин у сировині чи проміжних продуктах після технологічної операції, що супроводжується втратами сухих речовин:

$$m_{сир./пр.}^{с.р.кінц.} = \frac{m_{сир./пр.}^{с.р.поч.}(100 - B_{т.оп.})}{100}, [кг]; \quad (9.33)$$

де $m_{сир./г.пр.}^{с.р.поч.}$ – маса сухих речовин у сировині чи проміжних продуктах до технологічної операції, *кг*;

$B_{т.оп.}$ – втрати сухих речовин у сировині чи проміжних продуктах під час технологічної операції, %.

9.4 Технологічний розрахунок виробництва олії з обрушенням насіння соняшника

Розрахунок відходів виробництва

Відсоток відокремлених мінеральних та органічних домішок (сміттєвих домішок) з насіння соняшника під час очищення:

$$a_{см.д.}^{відокр.} = \frac{(a_{см.д.}^{поч.} - a_{см.д.}^{кінц.})100}{(100 - a_{см.д.}^{кінц.})}, [\%]; \quad (9.34)$$

де $a_{см.д.}^{поч.}$ – вміст сміттєвих домішок у насінні соняшника до очищення, %;

$a_{см.д.}^{кінц.}$ – вміст сміттєвих домішок у насінні соняшника після очищення, %.

Вихід лушпиння без урахування втрат води (зниження відносної вологості) під час виробництва:

$$a_{лушп.} = \frac{100(a_{лушп.}^{поч.} - a_{лушп.}^{ядр.}) + a_{лушп.}^{ядр.} a_{см.д.}^{відокр.}}{100 - (a_{лушп.}^{ядр.} + a_{ядр.}^{лушп.} + a_{см.д.}^{лушп.})}, [\%]; \quad (9.35)$$

Де $a_{лушп.}^{поч.}$ – вміст лушпиння в насінні соняшника за фактичної відносної вологості та засміченості, %;

$a_{лушп.}^{ядр.}$ – вміст лушпиння в ядрі, %;

$a_{ядр.}^{лушп.}$ – вміст ядра в лушпинні, %;

$a_{см.д.}^{лушп.}$ – вміст сміттєвих домішок у лушпинні, %.

Відносна вологість лушпиння у насінні:

$$W_{лушп.} = \frac{100W_{нас.} - a_{ядр.}^{оч.нас.} W_{ядр.}^{нас.}}{a_{лушп.}^{оч.нас.}}, [\%]; \quad (9.36)$$

де $W_{нас.}$ – відносна вологість насіння за фактичної його початкової засміченості, %;

$a_{ядр.}^{оч.нас.}$ – вміст ядра в очищеному насінні, %;

$W_{ядр.}^{нас.}$ – відносна вологість ядра в насінні, %;

$a_{лушп.}^{оч.нас.}$ – вміст лушпиння в очищеному насінні, %.

Вихід лушпиння із урахуванням втрат води (зниження відносної вологості):

$$a^{*}_{лушп.} = a_{лушп.}\frac{100 - W_{лушп.}}{100 - W_{в.лушп.}}, [\%]; \quad (9.37)$$

де $W_{в.лушп.}$ – відносна вологість відокремленого лушпиння, %.

Розрахунок продукту, що утворюється

Вихід форпресової макухи:

$$a_{мак.} = \frac{10000 - 100(a^{нас.}_{ол.} + W_{нас.} + a^{*}_{лушп.} + a^{відокр.}_{см.д.})}{100 - (a^{мак.}_{ол.} + W_{мак.})} + \\ + \frac{a^{*}_{лушп.}(a^{лушп.}_{ол.} + W_{в.лушп.}) + a^{відокр.}_{см.д.} W^{відокр.}_{см.д.}}{100 - (a^{мак.}_{ол.} + W_{мак.})}, [\%]; \quad (9.38)$$

де $a^{нас.}_{ол.}$ – вміст олії в насінні за фактичної початкової відносної вологості та засміченості, %;

$a^{лушп.}_{ол.}$ – вміст олії у відокремленому лушпинні, %;

$W^{відокр.}_{см.д.}$ – відносна вологість відокремлених сміттєвих домішок, %.

$a^{мак.}_{ол.}$ – вміст олії у форпресовій макусі, %;

$W_{мак.}$ – відносна вологість форпресової макухи, %.

Вихід шроту:

$$a_{шр.} = \frac{10000 - 100(a^{нас.}_{ол.} + W_{нас.} + a^{*}_{лушп.} + a^{відокр.}_{см.д.})}{100 - (a^{шр.}_{ол.} + W_{шр.})} + \\ + \frac{a^{*}_{лушп.}(a^{лушп.}_{ол.} + W_{в.лушп.}) + a^{відокр.}_{см.д.} W^{відокр.}_{см.д.}}{100 - (a^{шр.}_{ол.} + W_{шр.})}, [\%]; \quad (9.39)$$

де $a^{шр.}_{ол.}$ – вміст олії у шроті, %;

$W_{шр.}$ – відносна вологість шроту, %.

Залишок олії у форпресовій макусі:

$$a^{мак.}_{з.ол.} = \frac{a_{мак.} a^{мак.}_{ол.}}{100}, [\%]. \quad (9.40)$$

Втрати олії зі шротом:

$$B^{шр.}_{ол.} = \frac{a_{шр.} a^{шр.}_{ол.}}{100}, [\%]. \quad (9.41)$$

Втрати олії з лушпинням:

$$B^{лушп.}_{ол.} = \frac{a^{*}_{лушп.} a^{лушп.}_{ол.}}{100}, [\%]. \quad (9.42)$$

Сумарний вихід олії:

$$a_{ол.} = a^{нас.}_{ол.} - (B^{шр.}_{ол.} + B^{лушп.}_{ол.}), [\%]. \quad (9.43)$$

Вихід форпресової олії:

$$a_{ф.ол.} = a_{ол.}^{нас.} - (a_{з.ол.}^{мак.} + B_{ол.}^{лушп.}), [\%]. \quad (9.44)$$

Вихід екстракційної олії:

$$a_{ек.ол.} = a_{ол.} - a_{ф.ол.}, [\%]. \quad (9.45)$$

Втрати води (зниження відносної вологості) під час виробництва олії:

$$B_{вол.} = W_{нас.} - \frac{a_{шр.} W_{шр.} + a_{лушп.}^{*} W_{в.лушп.} + a_{см.д.}^{відокр.} W_{см.д.}^{відокр.}}{100}, [\%]. \quad (9.46)$$

Ймовірні невраховані втрати олії на виробництві:

$$B_{ол.} = a_{факт.ол.} - (a_{ф.ол.} + a_{ек.ол.}), [\%]; \quad (9.47)$$

де $a_{факт.ол.}$ – фактичний вихід олії на виробництві, %.

Після здійснених розрахунків складається баланс сировини та баланс олії. У разі правильно здійснених розрахунків сума виходу у відсотках усіх складових балансу сировини рівна 100%, а сума виходу олії та її втрат у відсотках рівна вмісту олії в насінні соняшника.

Лекція № 10
Тема: РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ

Використані джерела: [1б]

10.1 Розрахунок продуктивності технологічного обладнання.

10.2 Розрахунок продуктивності технологічної лінії.

10.1 Розрахунок продуктивності технологічного обладнання

Продуктивність технологічного обладнання – це кількість (в одиницях маси, об'єму, штуках тощо) перероблені сировини чи виробленого продукту цим обладнанням за одиницю часу (секунду, хвилину, годину, зміну, добу). Як правило, продуктивність технологічного обладнання визначають за одну годину його роботи.

Продуктивність технологічного обладнання, що переробляє один вид сировини, як правило, розраховують за кількістю сировини, що завантажена в обладнання. У такий спосіб розраховують продуктивність технологічного обладнання, в якому внаслідок перероблення сировини зменшується її кількість. Зокрема, це стосується технологічного обладнання, яке призначене для процесів сепарування, миття, сушіння, лущення, очищення, пресування тощо. Також у цей спосіб розраховують продуктивність обладнання для технологічних процесів подрібнення, м'яття, плющення, нарізання та перетирання сировини.

Продуктивність технологічного обладнання, що переробляє кілька видів сировини або ж призначене для формування продукту з кількох видів сировини (напівфабрикатів) чи фасування та пакування готового продукту, розраховують за кількістю одержаного продукту на цьому обладнанні за одиницю часу. Зокрема, це стосується технологічного обладнання для змішування та варіння сировини, випікання, формування, розливу та розфасовування готового продукту тощо.

Розрізняють три види продуктивності технологічного обладнання: теоретичну продуктивність $Q_{обл.}$, технічну продуктивність $Q_{техн.}$ та експлуатаційну продуктивність $Q_{екс.}$.

Теоретичну продуктивність (паспортна, розрахункова) технологічного обладнання $Q_{обл.}$ розраховують за кількістю переробленої сировини або виробленого продукту за одиницю часу неперервної роботи обладнання за обґрунтованих режимів та умов роботи.

Залежно від виду сировини, що переробляється, чи продукту, що виробляється, теоретична продуктивність для технологічного обладнання неперервної дії розраховують за виразами:

$$Q_{обл.} = \frac{m_{с./г.п.}}{t_{р.}}, \qquad (10.1)$$

$$Q_{обл.} = \frac{V_{с./г.п.}}{t_{р.}}, \qquad (10.2)$$

$$Q_{обл.} = \frac{n_{с./г.п.}}{t_{р.}}, \quad (10.3)$$

де $Q_{обл.}$ – теоретична продуктивність технологічного обладнання неперервної дії, *кг*/*год.* (або *л*/*год*., або *шт*./*год*.);

$m_{с./г.п.}$ – маса сировини, що переробляється, чи продукту, що виробляється, на даному технологічному обладнанні за час $t_{р.}$, *кг*;

$V_{с./г.п.}$ – об'єм сировини, що переробляється, чи продукту, що виробляється, на даному технологічному обладнанні за час $t_{р.}$, *л*;

$n_{с./г.п.}$ – кількість (пляшок, упаковок, порцій тощо) сировини, що переробляється, чи продукту, що виробляється, на даному технологічному обладнанні за час $t_{р.}$, *шт*.;

$t_{р.}$ – тривалість безпосередньої роботи технологічного обладнання, протягом якої перероблено сировини чи вироблено продукту в кількості $m_{с./г.п.}$, $V_{с./г.п.}$ або $n_{с./г.п.}$, *год*.

Теоретичну продуктивність для технологічного обладнання періодичної дії обчислюють за виразами:

$$Q_{обл.} = \frac{m_{с./г.п.}}{t_{ц.}}, \quad (10.4)$$

$$Q_{обл.} = \frac{V_{с./г.п.}}{t_{ц.}}, \quad (10.5)$$

$$Q_{обл.} = \frac{n_{с./г.п.}}{t_{ц.}}, \quad (10.6)$$

де $Q_{обл.}$ – теоретична продуктивність технологічного обладнання періодичної дії, *кг*/*год.* (або *л*/*год*., або *шт*./*год*.);

$m_{с./г.п.}$ – маса сировини, що переробляється, чи продукту, що виробляється, на даному технологічному обладнанні протягом одного циклу його роботи $t_{ц.}$, *кг*;

$V_{с./г.п.}$ – об'єм сировини, що переробляється, чи продукту, що виробляється, на даному технологічному обладнанні протягом одного циклу його роботи $t_{ц.}$, *л*;

$n_{с./г.п.}$ – кількість (пляшок, упаковок, порцій тощо) сировини, що переробляється, чи продукту, що виробляється, на даному технологічному обладнанні протягом одного циклу його роботи $t_{ц.}$, *шт*.;

$t_{ц.}$ – тривалість циклу роботи технологічного обладнання, протягом якого перероблено сировини чи вироблено продукту в кількості $m_{с./г.п.}$, $V_{с./г.п.}$ або $n_{с./г.п.}$, *год*.

Розрахунок теоретичної продуктивності технологічного обладнання залежить від виду обладнання та технологічного процесу або технологічної операції, для яких воно призначене. Також важливими факторами, які необхідно враховувати під час розрахунку теоретичної продуктивності технологічного обладнання, є: спосіб реалізації технологічного процесу (технологічної операції); конструктивні особливості обладнання, його робочих органів та робочих поверхонь; режим роботи робочих органів та інших пристроїв обладнання.

Розглянемо основні етапи розрахунку теоретичної продуктивності $Q_{обл.}$ технологічного обладнання, яке призначене для виконання різних технологічних процесів (технологічних операцій):

1. Вибирають з урахуванням призначення технологічного обладнання об'єкт, що буде обліковуватися: сировина, яка надходить на переробку, чи продукт, який отримано в результаті роботи обладнання.

2. Приймають фізичні величини, в яких буде проходити облік перероблено сировини або виробленої готової продукції (маса, об'єм, поштучно). Вибір фізичних величин здійснюється з урахуванням виду сировини чи напівфабрикатів, для переробки яких призначене технологічне обладнання, або продукту, який виробляє обладнання. Приймають одиниці вимірювання сировини чи продукту (*наприклад, для маси одиницями вимірювання можуть бути г, кг та т; для об'єму – л, дал, м^3; для поштучної продукції – пляшки, банки, упаковки тощо*).

3. Приймають одиниці вимірювання часу, протягом якого виконується технологічний процес або технологічна операція даним технологічним обладнанням. Одиниці вимірювання часу приймають з урахуванням тривалості технологічного процесу або технологічної операції. Такими одиницями вимірювання часу можуть бути: хвилина, година, зміна, доба. Для короткотривалих технологічних процесів (технологічних операцій) теоретичну продуктивність доцільно розраховувати за хвилину або годину (*наприклад, для технологічних процесів сепарування, змішування, випікання тощо*). Для довготривалих технологічних процесів (технологічних операцій) теоретичну продуктивність доцільно розраховувати за зміну або добу (*наприклад, для процесів бродіння, настоювання, пророщування тощо*).

4. Здійснюють виведення залежності, за якою розраховують кількість переробленої сировини або виробленого продукту ($m_{с./г.п.}$, $V_{с./г.п.}$, $n_{с./г.п.}$) у проміжок часу $t_{р./ц.}$.

5. Здійснюють виведення залежності для визначення часу $t_{р./ц.}$, де враховують тривалість технологічного процесу (технологічної операції), тривалість завантаження та вивантаження з обладнання сировини або продукту, а також тривалість руху (транспортування) сировини, напівфабрикатів чи продукту в межах обладнання (*наприклад, для транспортування до робочого органу чи місця здійснення технологічної операції; транспортування між місцями здійснення технологічних операцій в межах одного обладнання тощо*).

6. Залежності, які одержані на етапах розрахунку 4 та 5, підставляють у формули для обчислення теоретичної продуктивності технологічного обладнання (10.1) – (10.6). Необхідно зауважити, що для технологічного обладнання неперервної дії розрахунки здійснюються для усталеного технологічного процесу (операції).

Технічну продуктивність технологічного обладнання $Q_{техн.}$ розраховують за кількістю переробленої сировини або виробленого продукту за одиницю часу роботи обладнання з урахуванням регламентованих втрат сировини (продукту) та

затрат часу, необхідних для забезпечення функціонування обладнання (*наприклад, регулювання, мащення тощо*).

Технічну продуктивність для технологічного обладнання неперервної дії розраховують за виразом:

$$Q_{техн.} = \frac{m_{с./г.п.} - m_{В}}{t_{р.} + t_{д.}}, \tag{10.7}$$

$$Q_{техн.} = Q_{обл.} \cdot k_{обл.}, \tag{10.8}$$

де $Q_{техн.}$ – технічна продуктивність технологічного обладнання, *кг*/*год*.;

$m_{с./г.п.}$ – маса сировини, що переробляється, чи продукту, що виробляється, на даному технологічному обладнанні за час його роботи $t_{р.}$, *кг*;

$m_{В}$ – маса сумарних регламентованих втрат сировини, що переробляють, чи продукту, що виробляють, на цьому технологічному обладнанні за час його роботи $t_{р.}$, *кг*;

$t_{р.}$ – тривалість безпосередньої роботи обладнання, протягом якої перероблено сировини чи вироблено продукту в кількості $m_{с./г.п.}$, *год*.;

$t_{д.}$ – сумарні регламентовані додаткові затрати часу на обслуговування технологічного обладнання, *год*.;

$k_{обл.}$ – коефіцієнт використання обладнання.

Для розрахунку технічної продуктивності для технологічного обладнання періодичної дії необхідно у формулу (10.7) замість часу $t_{р.}$ підставити тривалість одного циклу роботи обладнання $t_{ц.}$.

Аналогічно розраховується технічна продуктивність технологічного обладнання, що переробляє сировину чи виробляє продукт, які обліковують в одиницях об’єму чи поштучно.

Експлуатаційна продуктивність технологічного обладнання $Q_{екс.}$ – це фактична продуктивність обладнання, яку розраховують за кількістю переробленої сировини або виробленого продукту за одиницю часу роботи обладнання з урахуванням нерегламентованих втрат сировини (продукту) та простоїв обладнання або ж неповного використання його технологічних можливостей.

Експлуатаційну продуктивність для технологічного обладнання неперервної дії розраховують за виразом:

$$Q_{екс.} = \frac{m_{с./г.п.} - m_{Вн.}}{t_{р.} + t_{д.н.}}, \tag{10.9}$$

де $Q_{екс.}$ – експлуатаційна продуктивність технологічного обладнання, *кг*/*год*.;

$m_{с./г.п.}$ – маса сировини, що переробляють, чи продукту, що виробляють, на цьому технологічному обладнанні за час його роботи $t_{р.}$, *кг*;

$m_{Вн.}$ – маса сумарних нерегламентованих втрат сировини, що переробляється, чи продукту, що виробляється, на цьому технологічному обладнанні за час його роботи $t_{р.}$, *кг*;

$t_{р.}$ – тривалість безпосередньої роботи обладнання, протягом якої перероблено сировини чи вироблено продукту в кількості $m_{с./г.п.}$, *год*.;

$t_{д.н.}$ – сумарні нерегламентовані додаткові затрати часу на обслуговування технологічного обладнання, *год*.

Для розрахунку експлуатаційної продуктивності для технологічного обладнання періодичної дії необхідно у вираз (10.9) замість часу $t_{р.}$ підставити тривалість одного циклу роботи обладнання $t_{ц.}$.

Аналогічно розраховують експлуатаційну продуктивність технологічного обладнання, що переробляє сировину чи виробляє продукт, які обліковують в одиницях об'єму чи поштучно.

10.2 Розрахунок продуктивності технологічної лінії

Одним із основних показників роботи підприємств харчової та переробної галузей промисловості є **потужність виробництва**, під якою розуміють максимально можливий випуск продукції у необхідному асортименті та заданій кількості, що здійснюється за певний проміжок часу (зміну, добу, місяць, рік). Як правило, потужність підприємства характеризується добовою чи річною продуктивністю виробництва.

Добова потужність харчового або переробного виробництва, яке проєктується, рівна добовій продуктивності цього виробництва:

$$П_{п.в.} = Q_{д.} = \frac{n_{нас.} \cdot N_{сп.} \cdot k_{сп.} - П_{д.в.} - m_{вв.п.} + m_{вив.п.}}{n_{р.д.} \cdot k_{п.}}, \qquad (10.10)$$

де $П_{п.в.}$ – добова потужність харчового або переробного виробництва, *кг*/*добу* (або *л*/*добу*);

$Q_{д.}$ – добова продуктивність харчового або переробного виробництва, *кг*/*добу* (або *л*/*добу*);

$n_{нас.}$ – розрахункова чисельність населення, для якого призначена продукція підприємства (для певної території, населеного пункту), *осіб*;

$N_{сп.}$ – середньорічна норма споживання продукції на одну особу, *кг*/*особу* (або *л*/*особу*);

$k_{сп.}$ – поправочний коефіцієнт для норми споживання продукції ($k_{сп.} = 0{,}8…1{,}1$);

$П_{д.в.}$ – річна потужність діючих виробництв, що випускають таку ж продукцію для цих самих споживачів (для певної території, населеного пункту), *кг*/*рік* (або *л*/*рік*);

$m_{вв.п.}$ – очікувана річна кількість такої ж продукції, що буде ввезена для цих самих споживачів з інших населених пунктів, територій або країн, *кг*/*рік* (або *л*/*рік*);

$m_{вив.п.}$ – очікувана річна кількість такої ж продукції, що буде вивезена в інші населені пункти, країни або на інші території, *кг*/*рік* (або *л*/*рік*);

$n_{р.д.}$ – кількість робочих днів у календарному році, *днів*;

$k_{п.}$ – коефіцієнт використання потужності виробництва, що проектується.

Після розрахунку необхідної продуктивності виробництва вибирають технологію виробництва, ураховуючи і забезпечуючи:

- асортимент продукції;
- вид сировини;
- відповідність якості продукції та сировини чинним стандартам або технічним умовам;
- наявність у технології додаткових технологічних операцій для підготовки низькоякісної сировини до переробки (*наприклад, очищення чи сепарування сировини, сушіння сировини, змішування сировини різної якості тощо*);
- максимально можливе використання сировини;
- забезпечення утилізації або повторного використання відходів виробництва (*наприклад, повторне використання відходів виробництва шоколаду*);
- наявність у технології додаткових технологічних операцій для покращення якості проміжних продуктів (*наприклад, просіювання або сушіння проміжних продуктів тощо*);
- забезпечення зменшення кількості технологічних операцій, що сприятиме зменшенню затрат усіх видів енергії, допоміжних матеріалів та трудових ресурсів;
- забезпечення суміщення декількох технологічних операцій в одну (*наприклад, сушіння чи охолодження з транспортуванням сировини*);
- забезпечення можливості переналагодження технологічної лінії на випуск різних видів продукції (*наприклад, випуск різних соусів, кетчупів та аджик*);
- спосіб здійснення технологічної операції та технологічне обладнання, які забезпечують менші затрати ресурсів підприємства (*наприклад, замість машин напівавтоматів використовувати машини-автомати*);
- забезпечення скорочення тривалості технологічних операцій шляхом вибору граничних технологічних режимів роботи обладнання (*наприклад, гранична температура, максимальна швидкість роботи робочих органів*);
- забезпечення глибокого очищення газових викидів, відпрацьованої води, твердих відходів та шкідливих речовин, а за можливості забезпечення їх повторного використання.

На основі вибраної технології виробництва складають попередню ескізну технологічну схему, на якій вказують технологічні операції (стадії) та матеріальні потоки між ними (на схемі технологічні операції зображають прямокутниками, а матеріальні потоки лініям зі стрілками).

Необхідно зауважити, що під час підбору технологічного обладнання для виробництва, в першу чергу вибирають основне обладнання, яке є найбільш вартісним, займає найбільшу площу виробничого приміщення або ж на якому формується готова продукція (*наприклад, у хлібобулочному виробництві – це печі, у кондитерському виробництві – це формувальні машини*). Після вибору зазначеного технологічного обладнання вибирають інше основне обладнання.

Технологічне обладнання, що розташоване першим у технологічній лінії обирають із паспортною продуктивністю, що більша або рівна продуктивності технологічної лінії:

$$Q_{т.л.} \le Q_{обл.1}, \qquad (10.11)$$

де $Q_{т.л.}$ – продуктивність технологічної лінії, *кг*/*год.* (або *л*/*год*.);

$Q_{обл.1}$ – паспортна продуктивність обладнання, що розташоване першим в технологічній лінії, *кг*/*год.* (або *л*/*год*., або *шт*./*год*.).

Продуктивність технологічної лінії за годину:

$$Q_{т.л.} = Q_{д.} / t_{т.л.}, \qquad (10.12)$$

де $Q_{т.л.}$ – продуктивність технологічної лінії, *кг*/*год.* (або *л*/*год*.);

$Q_{д.}$ – добова продуктивність харчового або переробного виробництва, *кг*/*добу* (або *л*/*добу*);

$t_{т.л.}$ – час роботи технологічної лінії протягом доби, *год.*

Під час вибору основного обладнання для технологічної лінії керуються правилом, що продуктивність кожного наступного обладнання в лінії має бути рівною або більшою за продуктивність попереднього обладнання, тобто:

$$Q_{обл.1} \le Q_{обл.2} \le Q_{обл.3} \le ... \le Q_{обл.n} \le Q_{обл.n+1}, \qquad (10.13)$$

де $Q_{обл.1}, Q_{обл.2}, Q_{обл.3}, \ldots, Q_{обл.n}, Q_{обл.n+1}$ – паспортна продуктивність або пропускна спроможність *n*-го обладнання у технологічній лінії, починаючи з першої технологічної операції, *кг*/*год.* (або *л*/*год*., або *шт*./*год*.).

Якщо під час виробництва продукції відбувається збільшення або зменшення об'єму сировини чи напівфабрикатів (*наприклад, під час сушіння, сепарування, очищення або сортування відбувається зменшення об'єму сировини чи напівфабрикатів; під час змішування, зволоження або складання відбувається збільшення об'єму сировини чи напівфабрикатів*), тоді під час вибору обладнання весь технологічний процес необхідно розділити на етапи в межах кожного з яких об'єм (маса, кількість) сировини чи напівфабрикатів залишається незмінним. У цьому випадку умова (10.13) справедлива лише для вибору обладнання в межах окремого етапу. Таким чином, для кожного *i*-го етапу необхідно визначити необхідну продуктивність обладнання $Q_{обл.}^{iет.}$ з урахуванням зміни об'єму (маси) сировини чи напівфабрикатів і після цього для кожного *i*-го етапу вибирати обладнання з урахуванням умови (10.13). Причому паспортна продуктивність першого обладнання $Q_{обл.1}^{iет.}$ на кожному *i*-му етапі має бути рівною або більшою за необхідну продуктивність обладнання на цьому етапі, тобто:

$$Q_{обл.}^{iет.} \le Q_{обл.1}^{iет.} \le Q_{обл.2}^{iет.} \le Q_{обл.3}^{iет.} \le ... \le Q_{обл.n}^{iет.} \le Q_{обл.n+1}^{iет.}, \qquad (10.14)$$

де $Q_{обл.}^{iет.}$ – необхідна продуктивність або пропускна спроможність обладнання на *i*-му етапі технологічної лінії, *кг*/*год.* (або *л*/*год*.);

$Q^{iem.}_{обл.1}, Q^{iem.}_{обл.2}, Q^{iem.}_{обл.3}, \ldots, Q^{iem.}_{обл.n}, Q^{iem.}_{обл.n+1}$ – паспортна продуктивність або пропускна спроможність *n*-го обладнання на *і*-му етапі технологічної лінії, починаючи з першої технологічної операції на цьому етапі, *кг*/*год*. (або *л*/*год*.).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Базова

1б. Дударєв, І.М., Панасюк, С.Г. (2019). Технологічні розрахунки переробних та харчових виробництв : навчальний посібник. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ. 432 с.

2б. Вдовенко, О.І. (2025). Харчові технології : навчально-методичний посібник до практичних та самостійних робіт студентів. Чернігів : НУЧК імені Т.Г. Шевченка. 100 с.

3б. Зубар, Н.М. (2020). Теоретичні основи харчових виробництв : підруч. Київ : Видавничий дім «Кондор». 304 с.

4б. Гніцевич, В.А., Никифоров, Р.П., Слащева, А.В. (2021). Харчові технології. Технологія продуктів рослинного походження : навч. посібник. Кривий Ріг : ДонНУЕТ. 267с.

5б. Гніцевич, В.А. (2022). Харчові технології. Технологія продуктів тваринного походження : навч. посібник. Кривий Ріг : ДонНУЕТ. 246 с.

6б. Артамонова, М.В., Шидакова-Каменюка, О.Г. (2022). Технологічні розрахунки та контроль безпеки у хлібопекарському, макаронному, кондитерському та харчоконцентратному виробництві : навчальний посібник. Видання друге, переробл. і доп. Х. : ДБТУ. 173 с.

7б. Дударєв, І.М., Кузьмін, О.В., Тараймович, І.В., Панасюк, С.Г., Шемет, В.Я., Чемакіна, О.В., Кузьмін, А.О. (2024). Крафтові харчові технології : розроблення, дослідження, інжиніринг. Одеса : Одлі+. 322 с.

Допоміжна

1д. Dudarev, I., Kuzmin, O. (2023). Influence of plant-based ingredients on the sensory and physicochemical indicators of salad dressing. *Scientific Works of NUFT*, *29*(2), 124-138. https://doi.org/10.24263/2225-2924-2023-29-2-12

2д. Дударєв, І. М., Панасюк, С. Г., Краглик, О. М. (2022). Оптимізація рецептурних композицій піци. *Товарознавчий вісник*, *1*(15), 328-340. https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2022-15-29

3д. Дударєв, І.М., Кузьмін, О.В. (2022). Стратегії удосконалення майонезного соусу. *Товарознавчий вісник*, *2*(15), 5-21. https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2022-16-1

4д. Дударєв, І. (2023). Розроблення композицій пивних напоїв із «вівсяним молоком» та соками. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*, *6*(2), 214-231. https://doi.org/10.31866/2616-7468.6.2.2023.291704

5д. Dudarev, I., Kuzmin, O., Stukalska, N., Antonenko, A., Brovenko, T., Kovalenko, N., Lebedenko, T. (2024). Using oat milk to reduce the caloric value of a functional mayonnaise sauce. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 23(1), 29-38. https://doi.org/10.17306/J.AFS.001184

6д. Dudarev, I. (2024). Development of craft drinks with oat milk and fruit and berry powders. *Commodity Bulletin*, *17*(1), 105-115. https://doi.org/10.62763/ef/1.2024.105

7д. Dudarev, I., Shemet, V., Khrebtan, O. (2025). Development of chicken liver pâté with buckwheat and oatmeal. *Innovations and technologies in the service sphere and food industry*, *2*(16), 48-56. https://doi.org/10.32782/2708-4949.2(16).2025.8

8д. Дударєв, І.М., Ющук, С.Р., Кухар, Р.Ю. (2025). Розроблення крафтового напою для вегетаріанців. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*, *25*(1), 99-106. https://doi.org/10.32782/2078-0877-2025-25-1-12

Навчально-методичне видання

Технологічні розрахунки [Текст] : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньої програми «Харчові технології» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. І. М. Дударєв. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 103 с.

Комп’ютерний набір та верстка: І.М. Дударєв.

Кафедра харчових технології та хімії
Луцький національний технічний університет
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75