МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Методичні вказівки до практичних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
освітньої програми «Експертиза харчових продуктів та продовольчої сировини»
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, технологій та гостинності ЛНТУ _____ В. В. Ткачук

Затверджено вченою радою факультету митної справи, матеріалів, технологій та гостинності 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] : методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньої програми «Експертиза харчових продуктів та продовольчої сировини» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. І. М. Дударєв. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 174 с.

Методичні вказівки складено відповідно до робочої програми дисципліни «Технологічні розрахунки».

© І.М. Дударєв, 2026

Зміст

Вступ…… 4
Практичне заняття № 1…….. 5
Практичне заняття № 2…….. 8
Практичне заняття № 3…….. 13
Практичне заняття № 4…….. 17
Практичне заняття № 5…….. 24
Практичне заняття № 6…….. 28
Практичне заняття № 7…….. 42
Практичне заняття № 8…….. 48
Практичне заняття № 9…….. 53
Практичне заняття № 10…… 65
Практичне заняття № 11…… 72
Практичне заняття № 12…… 83
Практичне заняття № 13…… 88
Практичне заняття № 14…… 104
Практичне заняття № 15…… 111
Практичне заняття № 16…… 123
Практичне заняття № 17…… 127
Список використаних джерел……... 132
Додатки……..... 133

Вступ

У методичних вказівках до практичних занять з дисципліни “Технологічні розрахунки” розглянуті приклади розрахунку енергетичної та харчової цінності продуктів харчування, а також матеріально-сировинний розрахунок виробництва хлібобулочних та кондитерських виробів, молочних та м’ясних продуктів, консервованої продукції, безалкогольних та лікеро-горілчаних напоїв, спирту, пива та горілки, розрахунок перероблення зерна, виробництва борошна та олії, розрахунок продуктивності технологічної лінії та обладнання. Також розглянуті приклади формування концепції харчового продукту, проведення SWOT-аналізу ідеї-продукту та складання технологічної документації.

Будь-який технологічний процес може бути представлений як ланцюжок елементарних стадій, а матеріальний розрахунок – як послідовність проходження цього ланцюжка операцій для визначення значень масових (чи об’ємних) потоків на всіх стадіях виробництва. Послідовність розрахунків залежить від технологічного процесу; розрахунки виконують на основі балансових співвідношень або існуючих виробничих норм. Рух потоків на окремих стадіях може бути подано у вигляді стадійних балансових співвідношень. Послідовність розрахунку матеріальних потоків як правило має свою галузеву специфіку та залежить від технології. Для проведення технологічних розрахунків необхідні початкові дані щодо кількості сировини та вимог (характеристики, рецептура) до готового продукту.

Метою методичних вказівок до виконання практичних занять з дисципліни “Технологічні розрахунки” є навчити здобувачів вищої освіти самостійно проводити технологічні розрахунки харчових виробництв.

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

Практичне заняття № 1
Розрахунок енергетичної цінності продуктів харчування

Мета: навчитися розраховувати енергетичну цінність продуктів харчування.

Порядок виконання роботи

Умова. Визначити енергетичну цінність 180 г ковбаси та відсоток задоволення добової потреби (інтегральний скор) організму людини в білках, жирах та вуглеводах, а також енергії при споживанні 180 г продукту з урахуванням того, що споживач чоловічої статі, віком 27 років та працює офісним працівником (I група інтенсивності праці). Вміст у 100 г продукту (ковбасі): білків – 11,1 г; жирів – 20,2 г; вуглеводів – 1,9 г.

Розв'язок

У 180 г ковбаси міститься:

- білків: $Б_{180} = 11{,}1 \cdot 180/100 = 20{,}0$ г;
- жирів: $Ж_{180} = 20{,}2 \cdot 180/100 = 36{,}4$ г;
- вуглеводів: $В_{180} = 1{,}9 \cdot 180/100 = 3{,}4$ г.

Білки, жири, вуглеводи та інші нутрієнти при повному окисленні в організмі людини виділяють різну кількість теплової енергії:

1) 1 г вуглеводів – $к_в = 3{,}75$ ккал або 15,7 кДж (або ж приймають 4 ккал);

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.

За відомим значенням калорійності 1 г білків, жирів та вуглеводів, можна обчислити енергетичну цінність 180 г ковбаси. Спочатку визначимо теоретичну калорійність продукту, а потім фактичну з урахуванням засвоювання жирів, білків та вуглеводів організмом людини (таблиця 1.1):

- теоретична калорійність жирів (для 180 г ковбаси):

$$E^{теор.}_{ж180} = к_ж Ж_{180} = 9 \cdot 36{,}4 = 327{,}6 \text{ ккал};$$

- теоретична калорійність білків (для 180 г ковбаси):

$$E^{теор.}_{б180} = к_б Б_{180} = 4 \cdot 20{,}0 = 80{,}0 \text{ ккал};$$

- теоретична калорійність вуглеводів (для 180 г ковбаси):

$$E_{в180}^{теор.} = к_в B_{180} = 3,75 \cdot 3,4 = 12,8 \text{ ккал.}$$

- теоретична калорійність 180 г ковбаси:

$$E_{180}^{теор.} = E_{ж180}^{теор.} + E_{б180}^{теор.} + E_{в180}^{теор.} = 327,6 + 80,0 + 12,8 = 420,4 \text{ ккал.}$$

Фактична калорійність 180 г ковбаси (коефіцієнт засвоювання: жирів – $з_ж = 90\%$; білків – $з_б = 95\%$; вуглеводів – $з_в = 93\ \%$):

$$E_{180}^{факт.} = \frac{E_{ж180}^{теор.} з_ж}{100} + \frac{E_{б180}^{теор.} з_б}{100} + \frac{E_{в180}^{теор.} з_в}{100} =$$

$$= (327,6 \cdot 90):100 + (80 \cdot 95):100 + (12,5 \cdot 93):100 = 382,4 \text{ ккал.}$$

Таблиця 1.1 – Коефіцієнти засвоювання $з$ (%) продуктів

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

Визначимо відсоток задоволення добової потреби (інтегральний скор) організму людини в білках, жирах та вуглеводах, а також енергії при споживанні продукту з урахуванням того, що людина чоловічої статі, віком 27 років та працює офісним працівником (I група інтенсивності праці).

Добова потреба чоловіка віком 27 років, що працює офісним працівником (I група інтенсивності праці), становить (див. Додаток А, таблиця А.2):

- білки $Б_{доб.} = 67,0$ г;
- жири $Ж_{доб.} = 68$ г;
- вуглеводи $В_{доб.} = 392$ г;
- енергія $Е_{доб.} = 2450$ ккал.

Інтегральний скор у випадку споживання 180 г ковбаси:

- білки: $ІС_б = Б_{180} \cdot 100/Б_{доб.} = 20 \cdot 100/67 = 29,9\%$;
- жири: $ІС_ж = Ж_{180} \cdot 100/Ж_{доб.} = 36,4 \cdot 100/68 = 53,5\%$;
- вуглеводи: $ІС_в = В_{180} \cdot 100/В_{доб.} = 3,4 \cdot 100/20 = 17,0\%$;
- енергії: $ІС_Е = E_{180}^{факт.} \cdot 100/Е_{доб.} = 382,4 \cdot 100/2450 = 15,6\%$.

Отже, добова потреба організму офісного працівника чоловічої статі та віком 27 років в енергії при споживанні 180 г ковбаси буде задоволена лише на 15,6%.

Завдання

1. Обчислити енергетичну цінність заданої кількості продуктів харчування. Продукти та їх кількість вибирають згідно з варіантом у Додатку А (таблиця А.1).

2. Визначити відсоток задоволення добової потреби (інтегральний скор) організму людини в білках, жирах, вуглеводах та органічних кислотах, а також енергії при споживанні запропонованих продуктів та їх кількості з урахуванням інтенсивності праці, статі та віку споживача. Групу інтенсивності праці споживача, стать та вік (років) вибирають у відповідності до варіанту згідно з Додатком А (таблиця А.1). Добову потребу споживача в білках, жирах, вуглеводах та енергії визначають за Додатком А (таблиці А2 – А.3).

Контрольні запитання

1. Що таке харчова цінність продукту?
2. Як визначається енергетична цінність продукту?
3. Яку кількість теплової енергії під час окислення в організмі людини виділяють 1 г білків, 1 г жирів та 1 г вуглеводів?
4. Чим відрізняється фактична калорійність продукту від теоретичної?
5. Від чого залежить добова потреба організму людини в білках, жирах, вуглеводах та органічних кислотах, а також енергії?

Використані джерела: [1б, 1д, 2д, 4д–8д].

Практичне знаття № 2
Розрахунок енергетичної цінності готових страв

Мета: навчитися розраховувати енергетичну цінність готових страв.

Порядок виконання роботи

Умова. Визначити енергетичну цінність 150 г салату, що містить яйце куряче варене (40 г), буряк столовий варений (60 г), ковбасу смажену (40 г) та майонез (10 г). Встановити відсоток задоволення добової потреби (інтегральний скор) організму середньостатистичної людини в білках, жирах, вуглеводах та органічних кислотах, а також енергії при споживанні салату. Відомо, що вміст у 100 г інгредієнтів салату:

1) яйце куряче (%): білків – 12,7; жирів – 11,5; вуглеводів – 0,7;

2) буряк столовий (%): білків – 1,5; жирів – 0,1; вуглеводів – 9,0; органічних кислот (яблучна) – 0,1;

3) ковбаса (%): білків – 12,8; жирів – 22,2; вуглеводів – 1,5;

4) майонез (%): білків – 2,8; жирів – 67,0; вуглеводів – 2,6.

Розв'язок

У 40 г яйця курячого міститься:

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

Теоретична калорійність білків, жирів та вуглеводів для 40 г яйця курячого:

- білків: $E^{теор.}_{б40я} = к_б Б_{40я}$ = 4·5,08 = 20,32 ккал (84,8 кДж);
- жирів: $E^{теор.}_{ж40я} = к_ж Ж_{40я}$ = 9·4,6 = 41,4 ккал (173,42 кДж);
- вуглеводів: $E^{теор.}_{в40я} = к_в В_{40я}$ = 3,75·0,28 = 1,05 ккал (4,4 кДж).

Теоретична калорійність 40 г яйця курячого:

$E^{теор.}_{яйце} = E^{теор.}_{40я} = E^{теор.}_{б40я} + E^{теор.}_{ж40я} + E^{теор.}_{в40я}$ = 20,32 + 41,4 + 1,05 = 62,77 ккал (262,62 кДж).

У 60 г буряка столового міститься:

- білків: $Б_{60б}$ = 1,5·60/100 = 0,9 г;
- жирів: $Ж_{60б}$ = 0,1·60/100 = 0,06 г;
- вуглеводів: $В_{60б}$ = 9,0·60/100 = 5,4 г;
- органічних кислот (яблучна): $К_{60б}$ = 0,1·60/100 = 0,06 г.

Теоретична калорійність білків, жирів, вуглеводів та органічних кислот для 60 г буряка:

- білків: $E^{теор.}_{б60б} = к_б Б_{60б}$ = 4·0,9 = 3,6 ккал (15,03 кДж);
- жирів: $E^{теор.}_{ж60б} = к_ж Ж_{60б}$ = 9·0,06 = 0,54 ккал (2,26 кДж);

- вуглеводів: $E^{теор.}_{в60б} = к_в B_{60б} = 3{,}75 \cdot 5{,}4 = 20{,}25$ ккал (84,78 кДж);

- органічних кислот: $E^{теор.}_{к60б} = к_в K_{60б} = 2{,}4 \cdot 0{,}06 = 0{,}14$ ккал (0,61 кДж).

Теоретична калорійність 60 г буряка столового:

$$E^{теор.}_{буряк} = E^{теор.}_{60б} = E^{теор.}_{б60б} + E^{теор.}_{ж60б} + E^{теор.}_{в60б} + E^{теор.}_{к60б} = 3{,}6 + 0{,}54 + 20{,}25 + 0{,}14 =$$
$$= 24{,}53 \text{ ккал (102,63 кДж).}$$

У 40 г ковбаси міститься:

- білків: $Б_{40к} = 12{,}8 \cdot 40/100 = 5{,}12$ г;
- жирів: $Ж_{40к} = 22{,}2 \cdot 40/100 = 8{,}88$ г;
- вуглеводів: $В_{40к} = 1{,}5 \cdot 40/100 = 0{,}6$ г.

Теоретична калорійність білків, жирів та вуглеводів для 40 г ковбаси:

- білків: $E^{теор.}_{б40к} = к_б Б_{40к} = 4 \cdot 5{,}12 = 20{,}48$ ккал (85,5 кДж);

- жирів: $E^{теор.}_{ж40к} = к_ж Ж_{40к} = 9 \cdot 8{,}88 = 79{,}92$ ккал (334,78 кДж);

- вуглеводів: $E^{теор.}_{в40к} = к_в B_{40к} = 3{,}75 \cdot 0{,}6 = 2{,}25$ ккал (9,42 кДж).

Теоретична калорійність 40 г ковбаси:

$$E^{теор.}_{ковбаса} = E^{теор.}_{40к} = E^{теор.}_{б40к} + E^{теор.}_{ж40к} + E^{теор.}_{в40к} = 20{,}48 + 79{,}92 + 2{,}25 =$$
$$= 102{,}65 \text{ ккал (429,7 кДж).}$$

У 10 г майонезу міститься:

- білків: $Б_{10м} = 2{,}8 \cdot 10/100 = 0{,}28$ г;
- жирів: $Ж_{10м} = 67 \cdot 10/100 = 6{,}7$ г;
- вуглеводів: $В_{10м} = 2{,}6 \cdot 10/100 = 0{,}26$ г.

Теоретична калорійність білків, жирів та вуглеводів для 10 г майонезу:

- білків: $E^{теор.}_{б10м} = к_б Б_{10м} = 4 \cdot 0{,}28 = 1{,}12$ ккал (4,68 кДж);

- жирів: $E^{теор.}_{ж10м} = к_ж Ж_{10м} = 9 \cdot 6{,}7 = 60{,}3$ ккал (252,59 кДж);

- вуглеводів: $E^{теор.}_{в10м} = к_в B_{10м} = 3{,}75 \cdot 0{,}26 = 0{,}98$ ккал (4,08 кДж).

Теоретична калорійність 10 г майонезу:

$$E^{теор.}_{майонез} = E^{теор.}_{10м} = E^{теор.}_{б10м} + E^{теор.}_{ж10м} + E^{теор.}_{в10м} = 1{,}12 + 60{,}3 + 0{,}98 = 62{,}4 \text{ ккал (261,35 кДж).}$$

Теоретична калорійність готового салату:

$$E^{теор.}_{салат} = E^{теор.}_{яйце} + E^{теор.}_{буряк} + E^{теор.}_{ковбаса} + E^{теор.}_{майонез} = 62{,}77 + 24{,}53 + 102{,}65 + 62{,}4 = 252{,}35 \text{ ккал}$$
$$(1056{,}3 \text{ кДж}).$$

Визначимо фактичну калорійність інгредієнтів салату з урахуванням засвоювання та втрат нутрієнтів під час теплового оброблення. Значення коефіцієнтів засвоювання $з$ (%) продуктів подано у таблиці 1.1, а значення втрат нутрієнтів під час теплового кулінарного оброблення продуктів у таблиці 2.1.

Фактична калорійність білків, жирів та вуглеводів для 40 г вареного яйця курячого:

- білків: $E^{факт.}_{б40я} = E^{теор.}_{б40я}(100 - (100 - з_б) - в_б)/100 =$

$= 20{,}32 \cdot (100 - (100 - 96) - 8)/100 = 17{,}88$ ккал (74,62 кДж);

- жирів: $E^{факт.}_{ж40я} = E^{теор.}_{ж40я}(100 - (100 - з_ж) - в_ж)/100 =$

= 41,4·(100 – (100 – 95) – 25)/100 = 28,98 ккал (121,39 кДж);

- вуглеводів: $E^{факт.}_{в\,40я} = E^{теор.}_{в\,40я}(100-(100-з_в)-в_в)/100 =$

= 1,05·(100 – (100 – 98) – 0)/100 = 1,03 ккал (4,31 кДж).

Таблиця 2.1 – 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	-	-

Фактична калорійність 40 г вареного яйця курячого:

$E^{факт.}_{яйце} = E^{факт.}_{40я} = E^{факт.}_{б\,40я} + E^{факт.}_{ж\,40я} + E^{факт.}_{в\,40я}$ = 17,88 + 28,98 + 1,03 = 47,89 ккал (173,32 кДж).

Фактична калорійність білків, жирів та вуглеводів у 60 г вареного буряка столового:

- білків: $E^{факт.}_{б\,60б} = E^{теор.}_{б\,60б}(100-(100-з_б)-в_б)/100 =$

= 3,6·(100 – (100 – 80) – 5)/100 = 2,7 ккал (11,27 кДж);

- жирів: $E^{факт.}_{ж\,60б} = E^{теор.}_{ж\,60б}(100-(100-з_ж)-в_ж)/100 =$

= 0,54·(100 – (100 – 95) – 6)/100 = 0,2 ккал (0,84 кДж);

- вуглеводів: $E^{факт.}_{в\,60б} = E^{теор.}_{в\,60б}(100-(100-з_в)-в_в)/100 =$

= 20,25·(100 – (100 – 85) – 9)/100 = 15,39 ккал (64,43 кДж);

- органічних кислот: $E^{факт.}_{к\,60б} = E^{теор.}_{к\,60б}(100-(100-з_в)-в_в)/100 =$

= 0,14·(100 – (100 – 100) – 0)/100 = 0,14 ккал (0,61 кДж).

Фактична калорійність 60 г вареного буряка столового:

$E^{факт.}_{буряк} = E^{факт.}_{60б} = E^{факт.}_{б\,60б} + E^{факт.}_{ж\,60б} + E^{факт.}_{в\,60б} + E^{факт.}_{к\,60б}$ = 2,7 + 0,2 + 15,39 + 0,14 = = 18,43 ккал (77,15 кДж).

Фактична калорійність білків, жирів та вуглеводів для 40 г смаженої ковбаси:

- білків: $E^{факт.}_{б\,40к} = E^{теор.}_{б\,40к}(100-(100-з_б)-в_б)/100 =$

= 20,48·(100 – (100 – 95) – 8)/100 = 18,23 ккал (76,1 кДж);

- жирів: $E^{факт.}_{ж\,40к} = E^{теор.}_{ж\,40к}(100-(100-з_ж)-в_ж)/100 =$

= 79,92·(100 – (100 – 90) – 25)/100 = 51,95 ккал (217,61 кДж);

- вуглеводів: $E^{факт.}_{в\,40к} = E^{теор.}_{в\,40к}(100-(100-з_в)-в_в)/100 =$

= 2,25·(100 – (100 – 93) – 0)/100 = 2,09 ккал (8,76 кДж).

Фактична калорійність 40 г смаженої ковбаси:

$E^{факт.}_{ковбаса} = E^{факт.}_{40к} = E^{факт.}_{б\,40к} + E^{факт.}_{ж\,40к} + E^{факт.}_{в\,40к}$ = 18,23 + 51,95 + 2,09 = = 72,27 ккал (302,47 кДж).

Фактична калорійність білків, жирів та вуглеводів для 10 г майонезу:

- білків: $E^{факт.}_{б10.м} = E^{теор.}_{б10.м}(100-(100-з_б))/100 =$

$= 1{,}12\cdot(100-(100-96))/100 = 1{,}08$ ккал (4,49 кДж);

- жирів: $E^{факт.}_{ж10.м} = E^{теор.}_{ж10.м}(100-(100-з_ж))/100 =$

$= 60{,}3\cdot(100-(100-95))/100 = 57{,}29$ ккал (239,69 кДж);

- вуглеводів: $E^{факт.}_{в10.м} = E^{теор.}_{в10.м}(100-(100-з_в))/100 =$

$= 0{,}98\cdot(100-(100-98))/100 = 0{,}96$ ккал (4,0 кДж).

Фактична калорійність 10 г майонезу:

$$E^{факт.}_{майонез} = E^{факт.}_{10.м} = E^{факт.}_{б10.м} + E^{факт.}_{ж10.м} + E^{факт.}_{в10.м} = 1{,}08 + 57{,}29 + 0{,}96 = 59{,}33 \text{ ккал}$$

(248,18 кДж).

Фактична калорійність 150 г готового салату:

$$E^{факт.}_{салат} = E^{факт.}_{яйце} + E^{факт.}_{буряк} + E^{факт.}_{ковбаса} + E^{факт.}_{майонез} = 47{,}89 + 18{,}43 + 72{,}27 + 59{,}33 =$$

$= 187{,}85$ ккал (754,36 кДж).

Встановимо відсоток задоволення добової потреби (інтегральний скор) організму середньостатистичної людини в білках, жирах, вуглеводах та органічних кислотах, а також енергії при споживанні салату. Відомо, що добова потреба середньостатистичної людини: білків – $Б_{доб.} = 88$ г; жирів – $Ж_{доб.} = 107$ г; вуглеводів – $В_{доб.} = 422$ г; органічних кислот – $К_{доб.} = 2$ г. Добова потреба в енергії для середньостатистичної людини – $Е_{доб.} = 3000$ ккал.

Визначимо загальну кількість білків, жирів, вуглеводів та органічних кислотах у 150 г салату шляхом сумування вмісту окремо білків, жирів, вуглеводів та органічних кислот у кожному інгредієнті салату:

- білків $Б_{заг.} = Б_{40я} + Б_{60б} + Б_{40к} + Б_{10м} = 5{,}08 + 0{,}9 + 5{,}12 + 0{,}28 = 11{,}38$ г;
- жирів $Ж_{заг.} = Ж_{40я} + Ж_{60б} + Ж_{40к} + Ж_{10м} = 4{,}6 + 0{,}06 + 8{,}88 + 6{,}7 = 15{,}92$ г;
- вуглеводів $В_{заг.} = В_{40я} + В_{60б} + В_{40к} + В_{10м} = 0{,}28 + 5{,}4 + 0{,}6 + 0{,}26 = 10{,}92$ г;
- органічних кислот $К_{заг.} = К_{60б} = 0{,}06$ г.

Отже, відсоток задоволення добової потреби (інтегральний скор) організму середньостатистичної людини в білках, жирах, вуглеводах та органічних кислотах, а також енергії при споживанні 150 г салату становить:

- білки: $ІС_б = Б_{заг.}\cdot 100/Б_{доб.} = 11{,}38\cdot 100/88 = 12{,}93\%$;
- жири: $ІС_ж = Ж_{заг.}\cdot 100/Ж_{доб.} = 15{,}92\cdot 100/107 = 14{,}88\%$;
- вуглеводи: $ІС_в = В_{заг.}\cdot 100/В_{доб.} = 10{,}92\cdot 100/422 = 2{,}59\%$;
- органічних кислот: $ІС_к = К_{заг.}\cdot 100/К_{доб.} = 0{,}06\cdot 100/2 = 3{,}0\%$;
- енергії: $ІС_Е = E^{факт.}_{салат}\cdot 100/Е_{доб.} = 187{,}85\cdot 100/3000 = 6{,}26\%$.

Отеж, добова потреба організму середньостатистичної людини в енергії при споживанні 150 г салату задовольняється лише на 6,26%.

Завдання

Визначити енергетичну цінність заданої кількості готової до вживання страви та встановити відсоток задоволення добової потреби (інтегральний скор)

організму працівника в білках, жирах, вуглеводах та органічних кислотах, а також енергії при споживанні страви. Кількість готової страви, інгредієнти страви та їх кількість, вибирають у відповідності до варіанту згідно з Додатком Б (таблиця Б.1). Групу інтенсивності праці споживача, стать та вік (років) вибирають у відповідності до варіанту згідно з додатком А (таблиця А.1). Вміст білків, жирів, вуглеводів та органічних кислот у продуктах подано в Додатку Б (таблиця Б.2). Добову потребу працівника в білках, жирах, вуглеводах та енергії визначають за Додатком А (таблиці А2 – А.3). Значення коефіцієнтів засвоювання *з* (%) продуктів визначають за таблицею 1.1, а значення втрат нутрієнтів під час теплового кулінарного оброблення продуктів за таблицею 2.1.

Контрольні запитання

1. Внаслідок чого відбуваються втрати харчових речовин та енергії під час виробництва харчових продуктів?
2. Як враховуються втрати нутрієнтів внаслідок теплової обробки під час розрахунку фактичної калорійності продуктів?
3. У яких розрахунках використовується коефіцієнт засвоювання продуктів?
4. Як розраховується процент задоволення добової потреби організму людини в білках, жирах, вуглеводах та органічних кислотах, а також енергії?
5. Як розраховується загальна кількість білків, жирів, вуглеводів та органічних кислотах у певній кількості продукту з декількох інгредієнтів?

Використані джерела: [1б, 1д, 2д, 4д–8д].

Практичне знаття № 3
Формування концепції харчового продукту та проведення SWOT-аналізу ідеї-продукту

Мета: навчитися формувати концепцію харчового продукту та проводити SWOT-аналіз ідеї-продукту.

Порядок виконання роботи

Концепція харчового продукту 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 харчового продукту («здорових» снеків) подано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Концепція «здорових» снеків [1]

Складові концепції	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

Продовження таблиці 3.1

1	2
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
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
Паковання 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

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 «здорові» снеки подано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – 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 використовують 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. 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 3.2):

- 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.

Завдання

1. Сформуйте концепцію самостійного вибраного харчового продукту.
2. Проведіть SWOT-аналіз ідеї-продукту, для якого сформовано концепцію.

Контрольні запитання

1. Що таке концепція харчового продукту та які основні елементи вона містить?
2. Яку роль відіграє цільова аудиторія під час формування концепції харчового продукту?
3. У чому полягає сутність SWOT-аналізу та для чого його використовують при оцінюванні ідеї-продукту?
4. Які фактори належать до внутрішніх і зовнішніх складових SWOT-аналізу харчового продукту?
5. Як результати SWOT-аналізу можуть вплинути на подальше вдосконалення або коригування концепції харчового продукту?

Використані джерела: [7б, 1д–8д].

Практичне знаття № 4
Складання технологічної документації

Мета: навчитися складати технологічну документацію.

Порядок виконання роботи

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. Молочна та м'ясна промисловість. Правила розроблення, оформлення та вимоги до змісту технологічної інструкції. Видання офіційне. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 22 с.).

Кухарі та кондитери мають забезпечуватися на робочих місцях технологічними картами, що складають на кожну страву, кулінарний або кондитерський виріб на підставі Збірника рецептур, який використовують у закладі ресторанного господарства. 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 подають короткий опис технологічного процесу приготування страви і її оформлення, звертають увага на послідовність закладання продуктів залежно від тривалості їх теплового оброблення, подають вимоги до якості страви, коефіцієнти трудомісткості процесу, що враховують затрати праці кухаря на приготування страви. Технологічні карти складають за встановленою формою, 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 страву «Курка тушкована з грибами», що виготовляє ресторан та його філії.

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 використовують 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	1·10
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

Для забезпечення безпечності та високих показників якості харчових продуктів їх виробництво має проходити 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. 4.1.

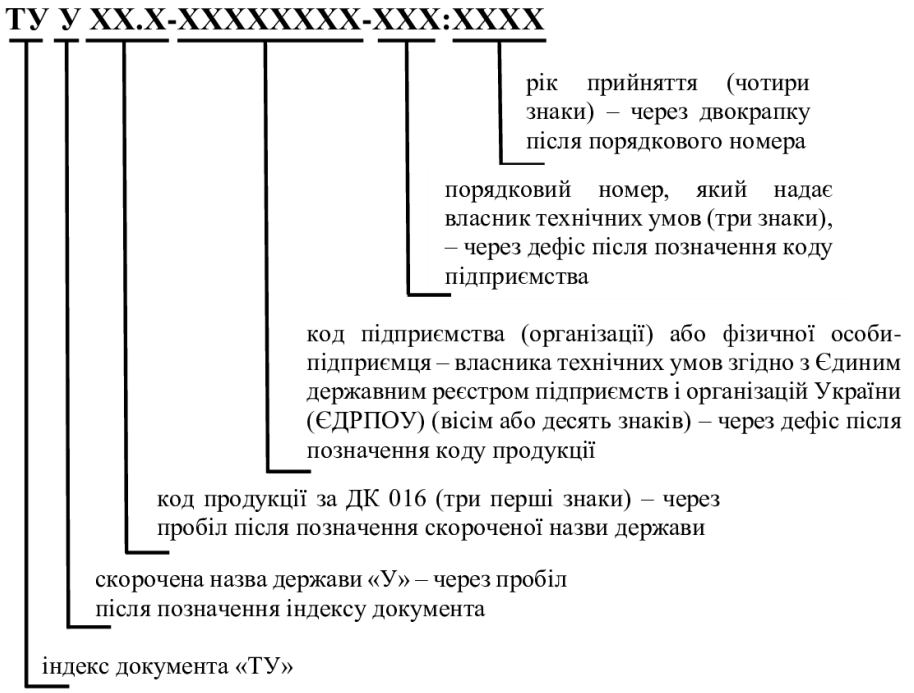

Рисунок 4.1 – Структура позначення технічних умов (ТУ) (СОУ КЗПС 74.9-02568182-003:2016)

Завдання

1. Скласти техніко-технологічну карту для страви, яку вибрати у відповідності до варіанту згідно з Додатком В (таблиця В.1).

2. Скласти технічні умови на харчовий продукт, який вибрати у відповідності до варіанту згідно з Додатком В (таблиця В.2).

Шаблони для оформлення технологічної документації подані в Додатку В.

Контрольні запитання

1. Що належить до технологічної документації в закладах ресторанного господарства та яке її призначення?
2. Які основні розділи містить техніко-технологічна карта страви (виробу) для закладу ресторанного господарства?
3. Які нормативні документи та стандарти необхідно враховувати під час складання технологічної документації?
4. Які вимоги висувають до складання технічних умов (ТУ) на новий харчовий продукт?
5. Яку інформацію про сировину, технологічний процес та умови зберігання необхідно обов'язково зазначати в технологічній документації?

Використані джерела: [7б].

Практичне заняття № 5
Розрахунок однофазних рецептур

Мета: навчитися розраховувати однофазну рецептуру.

Порядок виконання роботи

Умова. Розрахувати однофазну рецептуру печива, що містить такі інгредієнт: борошно пшеничне вищого ґатунку, цукор-пісок, меланж та есенцію. Масова частка сухих речовин і витрата сировини на завантаження в натурі відомі і представлені в таблиці 5.1. Також відомі норма втрат сухих речовин для готової продукції $P^c = 4{,}8\%$ та вологість готових виробів $W = 5{,}5\%$.

Таблиця 5.1 – Масова частка сухих речовин і витрата на завантаження в натурі інгредієнтів печива (сировини)

Параметр	Інгредієнти печива (сировина)			
	Борошно пшеничне	Цукор-пісок	Меланж	Есенція
Масова частка сухих речовин у сировині S_n, %	$S_1 = 85{,}5$	$S_2 = 99{,}85$	$S_3 = 27{,}0$	$S_4 = 0{,}0$
Витрата сировини на завантаження в натурі $H_n^з$, кг	$H_1^з = 100{,}0$	$H_2^з = 134{,}0$	$H_3^з = 81{,}0$	$H_4^з = 0{,}30$

Розв'язок

Усі результати розрахунків однофазної рецептури печива заносяться у таблицю 5.2.

Розрахуємо витрату інгредієнтів печива на завантаження в сухих речовинах $C_n^з$:

- борошно пшеничне: $C_1^з = \frac{H_1^з S_1}{100} = \frac{100 \cdot 85{,}5}{100} = 85{,}5$ кг;

- цукор-пісок: $C_2^з = \frac{H_2^з S_2}{100} = \frac{134 \cdot 99{,}85}{100} = 133{,}8$ кг;

- меланж: $C_3^з = \frac{H_3^з S_3}{100} = \frac{81 \cdot 27}{100} = 21{,}87$ кг;

- есенція: $C_4^з = \frac{H_4^з S_4}{100} = \frac{0,3 \cdot 0}{100} = 0,0$ кг.

Таблиця 5.2 – Розрахунок однофазної рецептури печива

Найменування інгредієнта печива (сировини)	Вміст сухих речовин, %	Витрата сировини, кг			
		на завантаження		на задану кількість готової продукції	
		в натурі	в сухій речовині	в натурі	в сухій речовині
1	2	3	4	5	6
Борошно пшеничне	85,5	100,0	85,5	411,6	351,92
Цукор-пісок	99,85	134,0	133,8	551,55	550,72
Меланж	27,0	81,0	21,87	333,37	90,01
Есенція	0,0	0,3	0,0	1,23	0,0
Всього сировини		315,3	241,17	1297,75	992,65
Вихід готової продукції	94,5			1000	945,0
Втрати сухих речовин	4,8				47,65
Коефіцієнт перерахунку				4,11598	

Визначимо загальну витрату сировини на завантаження в сухих речовинах:

$$C_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} C_i^з = 85,5 + 133,8 + 21,87 = 241,17 \text{ кг.}$$

Визначимо загальну витрату сировини на завантаження в натурі:

$$H_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} H_i^з = 100 + 134 + 81 + 0,3 = 315,3 \text{ кг.}$$

За відомим значенням вологості W = 5,5% готової продукції розрахуємо вміст сухих речовин у готовій продукції:

$$S_Г = 100 - W = 100 - 5,5 = 94,5\%.$$

Розрахуємо масу (вихід) сухих речовин C_B^T в 1 т продукції (H_B^T = 1000 кг):

$$C_B^T = \frac{H_B^T S_Г}{100} = \frac{1000 \cdot 94,5}{100} = 945,0 \text{ кг.}$$

Розрахуємо сумарні витрати сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^T$, що необхідні для виробництва 1 т готової продукції, з урахуванням втрат сухих речовин P^c:

$$C^T_{заг.} = \frac{C^T_B \cdot 100}{100 - P^c} = \frac{945 \cdot 100}{100 - 4,8} = 992,65 \text{ кг.}$$

Визначимо масу втрат B^T сухих речовин під час виробництва 1 т готової продукції:

$$B^T = C^T_{заг.} - C^T_B = 992,65 - 945 = 47,65 \text{ кг.}$$

Визначимо коефіцієнт перерахунку K (коефіцієнт розраховують з точністю не менше ніж п'ять знаків після коми):

$$K = \frac{C^T_{заг.}}{C^з_{заг.}} = \frac{992,65}{241,17} = 4,11598.$$

Розрахуємо витрату сировини в сухих речовинах C^T_n, що необхідна для виробництва 1 т готової продукції:

- борошно пшеничне: $C^T_1 = C^з_1 K = 85,5 \cdot 4,11598 = 351,92$ кг;

- цукор-пісок: $C^T_2 = C^з_2 K = 133,8 \cdot 4,11598 = 550,72$ кг;

- меланж: $C^T_1 = C^з_1 K = 21,87 \cdot 4,11598 = 90,01$ кг;

- есенція: $C^T_1 = C^з_1 K = 0 \cdot 4,11598 = 0$ кг.

Перевіримо правильність розрахунків, для цього порівняємо суму $\sum_{i=1}^{n} C^T_i = C^T_1 + C^T_2 + C^T_3 + C^T_4 = 351,92 + 550,72 + 90,01 + 0 = 992,65$ кг усіх отриманих значень для кожного виду сировини з сумарними витрати сировини в сухих речовинах $C^T_{заг.} = 992,65$ кг. Отже, обчислення проведені правильно.

Розрахуємо витрату сировини в натурі H^T_n, що необхідна для виробництва 1 т готової продукції.

- борошно пшеничне: $H^T_1 = \frac{C^T_1 \cdot 100}{S_1} = \frac{351,92 \cdot 100}{85,5} = 411,6$ кг;

- цукор-пісок: $H^T_2 = \frac{C^T_2 \cdot 100}{S_2} = \frac{550,72 \cdot 100}{99,85} = 551,55$ кг;

- меланж: $H^T_3 = \frac{C^T_3 \cdot 100}{S_3} = \frac{90,01 \cdot 100}{27} = 333,37$ кг.

Оскільки масова частка сухих речовин есенції рівна $S_4 = 0$, тоді розрахунок проводимо за виразом:

$$H^T_4 = H^з_4 K = 0,3 \cdot 4,11598 = 1,23 \text{ кг.}$$

Визначимо сумарні витрати сировини в натурі $H^T_{заг.}$, що необхідні для виробництва 1 т готової продукції:

$$H^T_{заг.} = \sum_{i=1}^{n} H^T_i = 411,6 + 551,55 + 333,37 + 1,23 = 1297,75 \text{ кг.}$$

Завдання

Розрахувати однофазну рецептуру цукерок, що містять такі інгредієнт: цукрова пудра, терте какао, масло-какао, мигдаль смажений, есенція ванільна. Вологість сировини W_n (%) і витрата сировини на завантаження в натурі $H_n^з$ (кг) відомі, їх вибирають у відповідності до варіанту згідно з Додатком Г (таблиця Г.1). Якщо відома вологість сировини W_n (%), тоді масову частку сухих речовин визначають: $S_n = 100 - W_n$, %. Також відомі норма втрат сухих речовин для готової продукції P^c та вологість готових виробів W (Додаток Г, таблиця Г.2).

Контрольні запитання

1. Як визначають витрату сировини на завантаження в сухих речовинах?
2. Як визначають загальну витрату сировини на завантаження в натурі?
3. Як розраховують вихід продукції в сухій речовині на завантаження?
4. Як визначають значення коефіцієнта перерахунку?
5. Як визначають витрату сировини в натурі, що необхідна для виробництва 1 т готової продукції?

Використані джерела: [1б, 6б].

Практичне заняття № 6
Розрахунок багатофазних рецептур

Мета: навчитися розраховувати багатофазну рецептуру.

Порядок виконання роботи

Умова. Розрахувати багатофазну рецептуру карамелі з фруктово-ягідною начинкою. Якщо відомо:

1. Фази виготовлення карамелі (три фази): формування карамелі з начинкою; виготовлення карамельної маси; виготовлення начинки.

2. Витрата сировини на завантаження у кожній фазі $H_n^з$:

- формування карамелі з начинкою: карамельна маса – 71,0 кг; начинка – 29 кг;
- виготовлення карамельної маси: цукор-пісок – 400,0 кг; патока – 200,0 кг; кислота лимонна – 3,39 кг; есенція – 0,57 кг; барвник – 0,41 кг;
- виготовлення начинки: цукор-пісок – 200 кг; патока – 102,46 кг; пюре яблучне – 131,9 кг; пюре полуничне – 64,1 кг; кислота молочна – 7,13 кг; есенція – 0,35 кг.

3. Втрати сухих речовин у кожній фазі P^c:

- формування карамелі з начинкою – 0,3%;
- виготовлення карамельної маси – 0,9%;
- виготовлення начинки – 0,9%.

4. Масова частка сухих речовин сировини, напівфабрикатів та готової карамелі у кожній фазі (S_n, $S_Г$): цукор-пісок – 99,85%; патока – 78,0%; яблучне пюре – 10%; полуничне пюре – 10%; кислота лимонна – 91,2%; кислота молочна – 40,0%; есенція та барвник – 0,0%; карамельна маса – 97,5%; начинка – 84,0%; готова карамель – 93,59%.

Масова частка сухих речовин в готовій карамелі (93,59%) у даному випадку може бути і не задана, а розрахована як середньозважена величина з масових часток сухої речовини компонентів, що її складають (карамельна маса, начинка). Такий розрахунок допустимий лише у випадку, якщо технологічний процес даної фази відбувається без зміни масової частки сухих речовин, тобто без видалення або поглинання води.

Розв'язок

Розрахунок багатофазної рецептури розпочинається з останньої фази виробництва, у даному випадку з фази формування карамелі. Усі результати розрахунків рецептури на цій фазі записують у таблицю 6.1.

Розрахунок рецептури фази формування карамелі. Розрахуємо витрату усіх компонентів карамелі на завантаження в сухих речовинах $C_n^з$:

- карамельна маса: $C_1^з = \frac{H_1^з S_1}{100} = \frac{71 \cdot 97,5}{100} = 69,23$ кг;

- начинка: $C_2^з = \frac{H_2^з S_2}{100} = \frac{29 \cdot 84}{100} = 24,36$ кг.

Визначимо загальну витрату сировини на завантаження в сухих речовинах:

$$C_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} C_i^з = 69,23 + 24,36 = 93,59 \text{ кг.}$$

Визначимо загальну витрату сировини на завантаження в натурі:

$$H_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} H_i^з = 71 + 29 = 100 \text{ кг.}$$

Вміст сухих речовин у готовій продукції відомий і складає $S_Г = 93,59\%$.

Розрахуємо масу сухих речовин (вихід) C_B^T в 1 т продукції ($H_B^T = 1000$ кг):

$$C_B^T = \frac{H_B^T S_Г}{100} = \frac{1000 \cdot 93,59}{100} = 935,9 \text{ кг.}$$

Розрахуємо сумарні витрати сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^T$, що необхідні для виробництва 1 т карамелі, із врахуванням втрат сухих речовин P^c:

$$C_{заг.}^T = \frac{C_B^T \cdot 100}{100 - P^c} = \frac{935,9 \cdot 100}{100 - 0,3} = 938,72 \text{ кг.}$$

Таблиця 6.1 – Розрахунок рецептури готової карамелі з напівфабрикатів

Найменування інгредієнта карамелі (сировини)	Вміст сухих речовин, %	Витрата сировини, кг			
		на завантаження		на 1 т готової продукції	
		в натурі	у сухих речовинах	в натурі	у сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Карамельна маса	97,5	71,0	69,23	712,19	694,39
Начинка	84,0	29,0	24,36	290,87	244,33
Всього сировини		100,0	93,59	1003,06	938,72
Вихід готової продукції	93,59			1000	935,9
Втрати сухої речовини	0,3				2,82
Коефіцієнт перерахунку				10,03013	

Визначимо масу втрат B^T сухих речовин під час виробництва 1 т карамелі:

$$B^T = C^T_{заг.} - C^T_B = 938,72 - 935,9 = 2,82 \text{ кг.}$$

Визначимо коефіцієнт перерахунку K (коефіцієнт розраховують з точністю не менше ніж п'ять знаків після коми):

$$K = \frac{C^T_{заг.}}{C^з_{заг.}} = \frac{938,72}{93,59} = 10,03013.$$

Розрахуємо витрату сировини в сухих речовинах C^T_n, що необхідна для виробництва 1 т карамелі:

- карамельна маса: $C^T_1 = C^з_1 K = 69,23 \cdot 10,03013 = 694,39$ кг;

- начинка: $C^T_2 = C^з_2 K = 24,36 \cdot 10,03013 = 244,33$ кг.

Перевіримо правильність розрахунків, для цього порівняємо суму $\sum_{i=1}^{n} C^T_i = C^T_1 + C^T_2 = 694,39 + 244,33 = 938,72$ кг усіх отриманих значень для кожного виду сировини з сумарними витратами сировини в сухих речовинах $C^T_{заг.} = 938,72$ кг. Отже, обчислення проведені правильно.

Розрахуємо витрату сировини в натурі H^T_n, що необхідна для виробництва 1 т готової продукції:

- карамельна маса: $H^T_1 = \frac{C^T_1 \cdot 100}{S_1} = \frac{694,39 \cdot 100}{97,5} = 712,19$ кг;

- начинка: $H^T_2 = \frac{C^T_2 \cdot 100}{S_2} = \frac{244,33 \cdot 100}{84} = 290,87$ кг.

Визначимо сумарні витрати сировини в натурі $H^T_{заг.}$, що необхідні для виробництва 1 т карамелі:

$$H^T_{заг.} = \sum_{i=1}^{n} H^T_i = 712,19 + 290,87 = 1003,06 \text{ кг.}$$

Розрахунок рецептури фази формування карамелі завершено.

Розрахунок рецептури для фази виготовлення карамельної маси. Усі результати розрахунків рецептури на даній фазі заносяться у таблицю 6.2, необхідно зауважити, що таблиця 4.2 містить на два стовпчика більше. Останні два стовпчики містять дані щодо витрати сировини для виробництва 712,19 кг карамельної маси. Цю кількість карамельної маси витрачають на виробництво 1 т карамелі.

Розрахуємо витрату усіх компонентів карамельної маси на завантаження в сухих речовинах $C^з_n$:

- цукор-пісок: $C^з_1 = \frac{H^з_1 S_1}{100} = \frac{400 \cdot 99,85}{100} = 399,4$ кг;

- патока: $C_2^з = \frac{H_2^з S_2}{100} = \frac{200 \cdot 78}{100} = 156,0$ кг;

- кислота лимонна: $C_3^з = \frac{H_3^з S_3}{100} = \frac{3,39 \cdot 91,2}{100} = 3,09$ кг;

- есенція: $C_4^з = \frac{H_4^з S_4}{100} = \frac{0,57 \cdot 0}{100} = 0$ кг;

- барвник: $C_5^з = \frac{H_5^з S_5}{100} = \frac{0,41 \cdot 0}{100} = 0$ кг.

Визначимо загальну витрату сировини на завантаження в сухих речовинах:

$$C_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} C_i^з = 399,4 + 156,0 + 3,09 + 0 + 0 = 558,49 \text{ кг.}$$

Визначимо загальну витрату сировини на завантаження в натурі:

$$H_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} H_i^з = 400 + 200 + 3,39 + 0,57 + 0,41 = 604,37 \text{ кг.}$$

Вміст сухих речовин у карамельній масі відомий і складає $S_Г = 97,5\%$.

Розрахуємо масу сухих речовин C_B^T в 1 т карамельної маси ($H_B^T = 1000$ кг):

$$C_B^T = \frac{H_B^T S_Г}{100} = \frac{1000 \cdot 97,5}{100} = 975,0 \text{ кг.}$$

Розрахуємо сумарні витрати сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^T$, що необхідні для виробництва 1 т карамельної маси, з урахуванням втрат сухих речовин P^c:

$$C_{заг.}^T = \frac{C_B^T \cdot 100}{100 - P^c} = \frac{975 \cdot 100}{100 - 0,9} = 983,85 \text{ кг.}$$

Визначимо масу втрат B^T сухих речовин під час виробництва 1 т карамельної маси:

$$B^T = C_{заг.}^T - C_B^T = 983,85 - 975,0 = 8,85 \text{ кг.}$$

Визначимо коефіцієнт перерахунку K (коефіцієнт розраховують з точністю не менше ніж п’ять знаків після коми):

$$K = \frac{C_{заг.}^T}{C_{заг.}^з} = \frac{983,85}{558,49} = 1,76163.$$

Розрахуємо витрату сировини в сухих речовинах C_n^T, що необхідна для виробництва 1 т карамельної маси:

- цукор-пісок: $C_1^T = C_1^з K = 399,4 \cdot 1,76163 = 703,6$ кг;

- патока: $C_2^T = C_2^з K = 156,0 \cdot 1,76163 = 274,81$ кг;

- кислота лимонна: $C_3^T = C_3^з K = 3,09 \cdot 1,76163 = 5,44$ кг;

- есенція: $C_4^T = C_4^з K = 0 \cdot 1,76163 = 0$ кг;

- барвник: $C_5^T = C_5^з K = 0 \cdot 1,76163 = 0$ кг.

Таблиця 6.2 – Витрата сировини для виробництва карамельної маси

Найменування інгредієнта карамельної маси (сировини)	Вміст сухих речовин, %	Витрата сировини, кг					
		на завантаження		на 1 т готової продукції (карамельної маси)		на 712,19 кг карамельної маси (на 1 т карамелі)	
		в натурі	у сухих речовинах	в натурі	у сухих речовинах	в натурі	у сухих речовинах
1	2	3	4	5	6	7	8
Цукор-пісок	99,85	400,0	399,4	704,66	703,6	501,85	501,1
Патока	78,0	200,0	156,0	352,32	274,81	250,92	195,72
Кислота лимонна	91,2	3,39	3,09	5,96	5,44	4,24	3,87
Есенція	0,0	0,57	0,0	1,0	0,0	0,71	0,0
Барвник	0,0	0,41	0,0	0,72	0,0	0,51	0,0
Всього сировини		604,37	558,49	1064,66	983,85	758,23	700,69
Вихід готової продукції	97,5			1000,0	975,0	712,19	694,39
Втрати сухих речовин	0,9				8,85		6,3
Коефіцієнт перерахунку				1,76163		0,71219	

Перевіримо правильність розрахунків, для цього порівняємо суму $\sum_{i=1}^{n} C_i^T = 703,6 + 274,81 + 5,44 = 983,85$ кг усіх отриманих значень для кожного виду сировини з сумарними витратами сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^T = 983,85$ кг. Отже, обчислення проведені правильно.

Розрахуємо витрату сировини в натурі H_n^T, що необхідна для виробництва 1 т карамельної маси:

- цукор-пісок: $H_1^T = \frac{C_1^T \cdot 100}{S_1} = \frac{703,6 \cdot 100}{99,85} = 704,66$ кг;

- патока: $H_2^T = \frac{C_2^T \cdot 100}{S_2} = \frac{274,81 \cdot 100}{78} = 352,32$ кг;

- кислота лимонна: $H_3^T = \frac{C_3^T \cdot 100}{S_3} = \frac{5,44 \cdot 100}{91,2} = 5,96$ кг.

Оскільки масові частки сухих речовин есенції та барвника $S_4 = S_5 = 0$, тоді розрахунок їх витрати в натурі H_n^T, що необхідна для виробництва 1 т карамельної маси, проводимо за виразом:

$$H_4^T = H_4^з K = 0,57 \cdot 1,76163 = 1,0 \text{ кг};$$

$$H_5^T = H_5^з K = 0,41 \cdot 1,76163 = 0,72 \text{ кг}.$$

Визначимо сумарні витрати сировини в натурі $H_{заг.}^T$, що необхідні для виробництва 1 т карамельної маси:

$$H_{заг.}^T = \sum_{i=1}^{n} H_i^T = 704,66 + 352,32 + 5,96 + 1,0 + 0,72 = 1064,66 \text{ кг}.$$

Визначимо витрату сировини в натурі, що необхідна для виробництва карамельної маси для 1 т карамелі, тобто на 712,19 кг карамельної маси. Для цього послідовно множимо всі значення стовпця 5 таблиці 4.2 на коефіцієнт перерахунку K', який розраховуємо за виразом:

$$K' = \frac{H_B^ф}{H_B^T} = \frac{712,19}{1000} = 0,71219 .$$

Витрата сировини в натурі, що необхідна для виробництва карамельної маси для 1 т карамелі, тобто на 712,19 кг карамельної маси:

- цукор-пісок: $H_1^ф = H_1^T K' = 704,66 \cdot 0,71219 = 501,85$ кг;

- патока: $H_2^ф = H_2^T K' = 352,32 \cdot 0,71219 = 250,92$ кг;

- кислота лимонна: $H_3^ф = H_3^T K' = 5,96 \cdot 0,71219 = 4,24$ кг;

- есенція: $H_4^ф = H_4^T K' = 1 \cdot 0,71219 = 0,71$ кг;

- барвник: $H_5^ф = H_5^T K' = 0,72 \cdot 0,71219 = 0,51$ кг.

Визначимо витрату сировини в сухих речовинах, що необхідна для виробництва карамельної маси для 1 т карамелі, тобто на 712,19 кг карамельної маси:

- цукор-пісок: $C_1^ф = \frac{H_1^ф S_1}{100} = \frac{501,85 \cdot 99,85}{100} = 501,1$ кг;

- патока: $C_2^ф = \frac{H_2^ф S_2}{100} = \frac{250,92 \cdot 78}{100} = 195,72$ кг;

- кислота лимонна: $C_3^ф = \frac{H_3^ф S_3}{100} = \frac{4,24 \cdot 91,2}{100} = 3,87$ кг;

- есенція: $C_4^ф = \frac{H_4^ф S_4}{100} = \frac{0,71 \cdot 0}{100} = 0,0$ кг;

- барвник: $C_5^ф = \frac{H_5^ф S_5}{100} = \frac{0,51 \cdot 0}{100} = 0,0$ кг.

Визначимо сумарні витрати сировини в натурі $H^{ф}_{заг.}$ та в сухих речовинах $C^{ф}_{заг.}$, що необхідні для виробництва карамельної маси для 1 т карамелі, тобто на 712,19 кг карамельної маси:

$$H^{ф}_{заг.} = \sum_{i=1}^{n} H^{ф}_{i} = 501,85 + 250,92 + 4,24 + 0,71 + 0,51 = 758,23 \text{ кг};$$

$$C^{ф}_{заг.} = \sum_{i=1}^{n} C^{ф}_{i} = 501,1 + 195,72 + 3,87 = 700,69 \text{ кг}.$$

Оскільки вміст сухих речовин у готовій карамельній масі відомий і складає $S_{Г}$ = 97,5%, тоді маса сухих речовин (вихід) $C^{ф}_{В}$ в $H^{ф}_{В}$ = 712,19 кг карамельної маси:

$$C^{ф}_{В} = \frac{H^{ф}_{В} S_{Г}}{100} = \frac{712,19 \cdot 97,5}{100} = 694,39 \text{ кг}.$$

Перевіримо правильність розрахунків, для цього розрахуємо сумарні витрати сировини в сухій речовині $C^{ф}_{заг.}$, що необхідні для виробництва 712,19 кг карамельної маси, з урахуванням втрат сухих речовин $P^{с}$:

$$C^{ф}_{заг.} = \frac{C^{ф}_{В} \cdot 100}{100 - P^{с}} = \frac{694,39 \cdot 100}{100 - 0,9} = 700,69 \text{ кг}.$$

Далі порівняємо суму $\sum_{i=1}^{n} C^{ф}_{i} = 700,69$ кг усіх отриманих значень для кожного виду сировини з сумарними витратами сировини в сухих речовинах $C^{ф}_{заг.} = 700,69$ кг. Отже, обчислення проведені правильно.

Визначимо масу втрат $B^{ф}$ сухих речовин під час виробництва 712,19 кг карамельної маси:

$$B^{ф} = C^{ф}_{заг.} - C^{ф}_{В} = 700,69 - 694,39 = 6,3 \text{ кг}.$$

Розрахунок рецептури фази виробництва карамельної маси завершено.

Розрахунок рецептури для фази виготовлення начинки. Усі результати розрахунків рецептури на цій фазі записують у таблицю 6.3. Необхідно зауважити, що таблиця 6.3 містить на два стовпчика більше. Останні два стовпчики містять дані щодо витрати сировини для виробництва 290,87 кг начинки. Цю кількість начинки витрачають на виробництво 1 т карамелі.

Розрахуємо витрату усіх компонентів начинки на завантаження в сухих речовинах $C^{з}_{n}$:

- цукор-пісок: $C^{з}_{1} = \frac{H^{з}_{1} S_{1}}{100} = \frac{200 \cdot 99,85}{100} = 199,7$ кг;

- патока: $C^{з}_{2} = \frac{H^{з}_{2} S_{2}}{100} = \frac{102,46 \cdot 78}{100} = 79,92$ кг;

- пюре яблучне: $C_3^з = \frac{H_3^з S_3}{100} = \frac{131,9 \cdot 10}{100} = 13,19$ кг;

- пюре полуничне: $C_4^з = \frac{H_4^з S_4}{100} = \frac{64,1 \cdot 10}{100} = 6,41$ кг;

- кислота молочна: $C_5^з = \frac{H_5^з S_5}{100} = \frac{7,13 \cdot 40}{100} = 2,85$ кг;

- есенція: $C_6^з = \frac{H_6^з S_6}{100} = \frac{0,35 \cdot 0}{100} = 0$ кг.

Визначимо загальну витрату сировини на завантаження в сухих речовинах:

$$C_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} C_i^з = 199,7 + 79,92 + 13,19 + 6,41 + 2,85 = 302,07 \text{ кг.}$$

Визначимо загальну витрату сировини на завантаження в натурі:

$$H_{заг.}^з = \sum_{i=1}^{n} H_i^з = 200 + 102,46 + 131,9 + 64,1 + 7,13 + 0,35 = 505,94 \text{ кг.}$$

Вміст сухих речовин у готовій начинці відомий і складає $S_Г$ = 84,0%.

Розрахуємо масу сухих речовин (вихід) C_B^T в 1 т начинки (H_B^T = 1000 кг):

$$C_B^T = \frac{H_B^T S_Г}{100} = \frac{1000 \cdot 84,0}{100} = 840,0 \text{ кг.}$$

Розрахуємо сумарні витрати сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^T$, що необхідні для виробництва 1 т начинки, з урахуванням втрат сухих речовин P^c:

$$C_{заг.}^T = \frac{C_B^T \cdot 100}{100 - P^c} = \frac{840 \cdot 100}{100 - 0,9} = 847,63 \text{ кг.}$$

Визначимо масу втрат B^T сухих речовин під час виробництва 1 т начинки:

$$B^T = C_{заг.}^T - C_B^T = 847,63 - 840,0 = 7,63 \text{ кг.}$$

Визначимо коефіцієнт перерахунку K (коефіцієнт розраховують з точністю не менше ніж п'ять знаків після коми):

$$K = \frac{C_{заг.}^T}{C_{заг.}^з} = \frac{847,63}{302,07} = 2,80607 .$$

Розрахуємо витрату сировини в сухих речовинах C_n^T, що необхідна для виробництва 1 т начинки:

- цукор-пісок: $C_1^T = C_1^з K = 199,7 \cdot 2,80607 = 560,37$ кг;

- патока: $C_2^T = C_2^з K = 79,92 \cdot 2,80607 = 224,26$ кг;

- пюре яблучне: $C_3^T = C_3^з K = 13,19 \cdot 2,80607 = 37,01$ кг;

- пюре полуничне: $C_4^T = C_4^з K = 6,41 \cdot 2,80607 = 18,0$ кг;

- кислота молочна: $C_5^T = C_5^з K = 2,85 \cdot 2,80607 = 8,0$ кг;

- есенція: $C_6^T = C_6^з K = 0 \cdot 2,80607 = 0$ кг.

Таблиця 6.3 – Витрата сировини для виробництва начинки

Найменування інгредієнта начинки (сировини)	Вміст сухих речовин, %	Витрата сировини, кг					
		на завантаження		на 1 т готової продукції (начинки)		на 290,87 кг начинки (на 1 т карамелі)	
		в натурі	у сухих речовинах	в натурі	у сухих речовинах	в натурі	у сухих речовинах
1	2	3	4	5	6	7	8
Цукор-пісок	99,85	200,0	199,7	561,21	560,37	163,24	162,99
Патока	78,0	102,46	79,92	287,51	224,26	83,63	65,23
Пюре яблучне	10,0	131,9	13,19	370,1	37,0	107,65	10,77
Пюре полуничне	10,0	64,1	6,41	180,0	18,0	52,36	5,24
Кислота молочна	40,0	7,13	2,85	20,0	8,0	5,82	2,33
Есенція	0,0	0,35	0,0	0,98	0,0	0,29	0,0
Всього сировини		505,94	302,07	1419,8	847,63	412,99	246,56
Вихід готової продукції	84,0			1000,0	840,0	290,87	244,33
Втрати сухих речовин	0,9				7,63		2,22
Коефіцієнт перерахунку				2,80607		0,29087	

Перевіримо правильність розрахунків, для цього порівняємо суму $\sum_{i=1}^{n} C_i^T = 560,37 + 224,26 + 37,01 + 18 + 8 = 847,63$ кг усіх отриманих значень для кожного виду сировини з сумарними витратами сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^T = 847,63$ кг. Отже, обчислення проведені правильно.

Розрахуємо витрату сировини в натурі H_n^T, що необхідна для виробництва 1 т начинки:

- цукор-пісок: $H_1^T = \frac{C_1^T \cdot 100}{S_1} = \frac{560,37 \cdot 100}{99,85} = 561,21$ кг;

- патока: $H_2^T = \frac{C_2^T \cdot 100}{S_2} = \frac{224,26 \cdot 100}{78} = 287,51$ кг;

- пюре яблучне: $H_3^T = \frac{C_3^T \cdot 100}{S_3} = \frac{37,01 \cdot 100}{10} = 370,1$ кг;

- пюре полуничне: $H_4^T = \frac{C_4^T \cdot 100}{S_4} = \frac{18 \cdot 100}{10} = 180,0$ кг;

- кислота молочна: $H_5^T = \frac{C_5^T \cdot 100}{S_5} = \frac{8 \cdot 100}{40} = 20,0$ кг.

Оскільки масова частка сухих речовин есенції рівна $S_6 = 0$, тоді розрахунок її витрати в натурі H_n^T, що необхідна для виробництва 1 т начинки, здійснюємо за виразом:

$$H_6^T = H_6^з K = 0,35 \cdot 2,80607 = 0,98 \text{ кг.}$$

Визначимо сумарні витрати сировини в натурі $H_{заг.}^T$, що необхідні для виробництва 1 т начинки:

$$H_{заг.}^T = \sum_{i=1}^{n} H_i^T = 561,21 + 287,51 + 370,1 + 180,0 + 20,0 + 0,98 = 1419,8 \text{ кг.}$$

Визначимо витрату сировини в натурі, що необхідна для виробництва начинки для 1 т карамелі, тобто на 290,87 кг начинки. Для цього послідовно множимо всі значення стовпця 5 таблиці 6.3 на коефіцієнт перерахунку K', що розраховуємо за виразом:

$$K' = \frac{H_B^ф}{H_B^T} = \frac{290,87}{1000} = 0,29087 .$$

Витрата сировини в натурі, що необхідна для виробництва начинки для 1 т карамелі, тобто на 290,87 кг начинки:

- цукор-пісок: $H_1^ф = H_1^T K' = 561,21 \cdot 0,29087 = 163,24$ кг;

- патока: $H_2^ф = H_2^T K' = 287,51 \cdot 0,29087 = 83,63$ кг;

- пюре яблучне: $H_3^ф = H_3^T K' = 370,1 \cdot 0,29087 = 107,65$ кг;

- пюре полуничне: $H_4^ф = H_4^T K' = 180 \cdot 0,29087 = 52,36$ кг;

- кислота молочна: $H_5^ф = H_5^T K' = 20 \cdot 0,29087 = 5,82$ кг;

- есенція: $H_6^ф = H_6^T K' = 0,98 \cdot 0,29087 = 0,29$ кг.

Визначимо витрату сировини в сухих речовинах, що необхідна для виробництва начинки для 1 т карамелі, тобто на 290,87 кг начинки:

- цукор-пісок: $C_1^ф = \frac{H_1^ф S_1}{100} = \frac{163,24 \cdot 99,85}{100} = 162,99$ кг;

- патока: $C_2^ф = \frac{H_2^ф S_2}{100} = \frac{83,63 \cdot 78}{100} = 65,23$ кг;

- пюре яблучне: $C_3^ф = \frac{H_3^ф S_3}{100} = \frac{107,65 \cdot 10}{100} = 10,76$ кг;

- пюре полуничне: $C_4^ф = \frac{H_4^ф S_4}{100} = \frac{52,36 \cdot 10}{100} = 5,24$ кг;

- кислота молочна: $C_5^{ф} = \frac{H_5^{ф} S_5}{100} = \frac{5,82 \cdot 40}{100} = 2,33$ кг;

- есенція: $C_6^{ф} = \frac{H_6^{ф} S_6}{100} = \frac{0,29 \cdot 0}{100} = 0,0$ кг.

Визначимо сумарні витрати сировини в натурі $H_{заг.}^{ф}$ та в сухих речовинах $C_{заг.}^{ф}$, що необхідні для виробництва начинки для 1 т карамелі, тобто на 290,87 кг начинки:

$$H_{заг.}^{ф} = \sum_{i=1}^{n} H_i^{ф} = 163,24 + 83,63 + 107,65 + 52,36 + 5,82 + 0,29 = 412,99 \text{ кг};$$

$$C_{заг.}^{ф} = \sum_{i=1}^{n} C_i^{ф} = 162,99 + 65,23 + 10,76 + 5,24 + 2,33 = 246,55 \text{ кг}.$$

Оскільки вміст сухих речовин у готовій начинці відомий і складає $S_Г$ = 84,0%, тоді маса сухих речовин (вихід) $C_B^{ф}$ в $H_B^{ф}$ = 290,87 кг начинки:

$$C_B^{ф} = \frac{H_B^{ф} S_Г}{100} = \frac{290,87 \cdot 84}{100} = 244,33 \text{ кг}.$$

Перевіримо правильність обчислень, для цього розрахуємо сумарні витрати сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^{ф}$, що необхідні для виробництва 290,87 кг начинки, із врахуванням втрат сухих речовин P^c:

$$C_{заг.}^{ф} = \frac{C_B^{ф} \cdot 100}{100 - P^c} = \frac{244,33 \cdot 100}{100 - 0,9} = 246,55 \text{ кг}.$$

Далі порівняємо суму $\sum_{i=1}^{n} C_i^{ф} = 246,56$ кг усіх отриманих значень для кожного виду сировини з сумарними витратами сировини в сухих речовинах $C_{заг.}^{ф} = 246,55$ кг. Отже, обчислення проведені правильно.

Визначимо масу втрат $B^{ф}$ сухих речовин під час виробництва 290,87 кг начинки:

$$B^{ф} = C_{заг.}^{ф} - C_B^{ф} = 246,55 - 244,33 = 2,22 \text{ кг}.$$

Розрахунок рецептури фази виробництва начинки завершено.

Після розрахунку всіх фаз, визначимо витрату сировини за всіма фазами, що необхідна для виробництва 1 т готових виробів (карамелі). Для цього зведемо у таблицю 6.4 витрати кожного виду сировини, що необхідні для виготовлення 1 т готових виробів (карамелі), тобто перенесемо дані зі стовпчиків 7 та 8 таблиці 6.2 та таблиці 6.3 у таблицю 6.4. Знайдемо загальні витрати кожного виду сировини сумуючи витрати сировини у кожній фазі. Покажемо на прикладі визначення загальних витрат цукру-піску на виробництво 1 т готових виробів:

- в натурі:

$$H_{цук.}^{гот.вир.} = \sum_{i=1}^{z} H_{цук.i}^{ф} = 501,85 + 163,24 = 665,09 \text{ кг};$$

- в сухих речовинах:

$$C_{цук.}^{гот.вир.} = \sum_{i=1}^{z} C_{цук.i}^{ф} = 501,1 + 162,99 = 664,09 \text{ кг};$$

де z – кількість фаз виробництва карамелі, в яких використовується у якості сировини цукор-пісок, шт.

Загальні витрати інших видів сировини на виробництво 1 т готових виробів розраховуються аналогічно.

У разі, якщо необхідно розрахувати витрату сировини на виробництво іншої кількості готового продукту, тоді дані, що розміщені у стовпчиках 7 та 8 таблиці 6.4, множать на відповідний коефіцієнт перерахунку $K'' = \frac{H_{заг.}^{гот.вир.}}{H_B^T}$. Отже, таблицю 6.4 доповнюють двома стовпчиками, в яких подають кількість сировини, що необхідна для виробництва заданої кількості готового продукту.

Таблиця 6.4 – Зведені витрати сировини на виробництво 1 т карамелі з фруктово-ягідною начинкою

Найменування сировини	Вміст сухих речовин, %	Витрати сировини на виробництво 1 т готової продукції (карамелі з фруктово-ягідною начинкою), кг					
		Карамельна маса		Начинка		Всього	
		в натурі	у сухих речовинах	в натурі	у сухих речовинах	в натурі	у сухих речовинах
1	2	3	4	5	6	7	8
Цукор-пісок	99,85	501,85	501,1	163,24	162,99	665,09	664,09
Патока	78,0	250,92	195,72	83,63	65,23	334,55	260,95
Кислота лимонна	91,2	4,24	3,87	-	-	4,24	3,87
Кислота молочна	40,0	-	-	5,82	2,33	5,82	2,3
Есенція	0,0	0,71	0,0	0,29	0,0	1,0	0,0
Барвник	0,0	0,51	0,0	-	-	0,51	0,0
Пюре яблучне	10,0	-	-	107,65	10,77	107,65	10,77
Пюре полуничне	10,0	-	-	52,36	5,24	52,36	5,24
Всього		604,37	558,49	505,94	302,07	1171,22	947,22

Наприклад, необхідно розрахувати кількість сировини на виробництво 750 кг карамелі, тобто $H_{заг.}^{гот.вир.} = 750$ кг. Для цього визначимо значення коефіцієнта перерахунку:

$$K'' = \frac{H_{заг.}^{гот.вир.}}{H_B^T} = \frac{750}{1000} = 0,75.$$

Знайдемо загальні витрати в натурі $H^{750.}_{сиров.}$ та сухих речовинах $C^{750.}_{сиров.}$ кожного виду сировини на виробництво 750 кг готового продукту (карамелі):

- цукор-пісок: $H^{750.}_{цукр.} = K'' \cdot H^{гот.вир.}_{цукр.} = 0,75 \cdot 665,09 = 498,82$ кг;

$$C^{750.}_{цукр.} = K'' \cdot C^{гот.вир.}_{цукр.} = 0,75 \cdot 664,09 = 498,07 \text{ кг};$$

- патока: $H^{750.}_{пат.} = K'' \cdot H^{гот.вир.}_{пат.} = 0,75 \cdot 334,55 = 250,91$ кг;

$$C^{750.}_{пат.} = K'' \cdot C^{гот.вир.}_{пат.} = 0,75 \cdot 260,95 = 195,71 \text{ кг}.$$

Аналогічно проводять розрахунки і для іншої сировини. Також аналогічно перераховують витрату сировини на кожній фазі виробництва.

Розрахунок рецептури виробництва карамелі з фруктово-ягідною начинкою завершено.

Завдання

Розрахувати багатофазну рецептуру виробництва $H^{гот.вир.}_{заг.}$ [кг] нарізних тістечок бісквітно-помадних (Додаток Д, таблиця Д.1). Якщо відомо:

1. Фази виготовлення тістечок (п'ять фаз): виготовлення бісквіту; виготовлення начинки фруктової; виготовлення помади; виготовлення сиропу для промочування; складання тістечок та їх оброблення.

2. Витрата сировини на завантаження у кожній фазі $H^{з}_{n}$ [кг] (Додаток Д, таблиця Д.2 та таблиця Д.3):

- складання тістечок та їх оброблення: бісквіт – $H^{з}_{1}$; начинка фруктова – $H^{з}_{2}$; помада – $H^{з}_{3}$; сироп для промочування – $H^{з}_{4}$; фрукти-цукати – $H^{з}_{5}$;

- виготовлення бісквіту: борошно пшеничне вищого ґатунку – $H^{з}_{6}$; цукор-пісок – $H^{з}_{7}$; жовток яєчний (сирий) – $H^{з}_{8}$; білок яєчний (сирий) – $H^{з}_{9}$; есенція – $H^{з}_{10}$; кислота лимонна – $H^{з}_{11}$;

- виготовлення начинки фруктової: цукор-пісок – $H^{з}_{12}$; підварка фруктова – $H^{з}_{13}$;

- виготовлення помади молочної: цукор-пісок – $H^{з}_{14}$; патока крохмальна – $H^{з}_{15}$; пудра ванільна – $H^{з}_{16}$; молоко – $H^{з}_{17}$;

- виготовлення сиропу для промочування: цукор-пісок – $H^{з}_{18}$; есенція – $H^{з}_{19}$; коньяк – $H^{з}_{20}$.

3. Втрати сухих речовин у кожній фазі P^{c} [%] (додаток Д, таблиця Д.1):

- складання тістечок та їх обробка – P^{c}_{1};

- виготовлення бісквіту – P^{c}_{2};

- виготовлення начинки фруктової – P^{c}_{3};

- виготовлення помади молочної – P_4^c ;

- виготовлення сиропу для промочування – P_5^c .

4. Масова частка сухих речовин сировини, напівфабрикатів та готової продукції у кожній фазі (S_n, S_Γ): борошно пшеничне вищого ґатунку – 85,5%; цукор-пісок – 99,85%; жовток яєчний (сирий) – 46,0%; білок яєчний (сирий) – 12,0%; есенція – 0,0%; кислота лимонна – 98,0%; підварка фруктова – 69,0%; патока крохмальна – 78,0%; пудра ванільна – 99,85%; молоко – 12,0%; коньяк – 0,0%; бісквіт – 84,0%; начинка фруктова – 74,0%; помада – 88,0%; сироп для промочування – 50,0%; фрукти-цукати – 70,0%.

Масову частку сухих речовин у готовому виробі (тістечку) визначають як середньозважену величину з масових часток сухих речовин компонентів тістечка:

$$S_\Gamma = \frac{H_1^з S_1 + H_2^з S_2 + H_3^з S_3 + H_4^з S_4 + H_5^з S_5}{H_1^з + H_2^з + H_3^з + H_4^з + H_5^з}, [\%];$$

де S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, – відповідно, масові частки сухих речовин у бісквіті, начинці фруктовій, помаді, сиропі для промочування та фруктах-цукатах, %.

Контрольні запитання

1. Яка послідовність розрахунку багатофазної рецептури?
2. Як визначають втрати сухих речовин?
3. З якої фази розпочинають розрахунок багатофазної рецептури?
4. Як визначають сумарні витрати кожного виду сировини?
5. Як здійснюється перевірка правильності проведених розрахунків?

Використані джерела: [1б, 6б].

Практичне заняття № 7
Розрахунок виробничих рецептур тіста, що готують опарним і безопарним способами

Мета: навчитися розраховувати виробничу рецептуру тіста.

Порядок виконання роботи

Умова. Розрахувати виробничу рецептуру на заміс тіста з борошна пшеничного І ґатунку. Тісто готують безопарним способом на агрегатах безперервної дії. Загальна хвилинна витрата борошна – $G^{б}_{заг.}$ = 10 кг/хв. Дозування сировини до маси борошна: солі – $m_{сіль}$ = 1,3%; пресованих дріжджів – $m_{др.}$ = 1,0%; рідких дріжджів – $m_{р.др.}$ = 10%. Вологість: м'якушки хліба – $W_{м}$ = 45%; борошна – $W_{б}$ = 13,5%; пресованих дріжджів – $W_{др.}$ = 75%; рідких дріжджів – $W_{р.др.}$ = 78%. Різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки хліба, що охолонув, визначена лабораторно n = 1,0%. Концентрація розчину солі – c = 21%. Дріжджі використовують у вигляді суспензії у співвідношенні дріжджів і води 1:3.

Розв'язок

Безопарний спосіб приготування тіста передбачає, що усю кількість борошна, води, дріжджів, солі та іншої додаткової сировини, необхідну за рецептурою, змішують в один прийом. За безперервного способу приготування тіста визначають витрату сировини за хвилину.

Визначимо необхідну кількість розчину солі:

$$G_{роз.} = G^{б}_{заг.} m_{сіль} / c = 10 \cdot 1{,}3/21 = 0{,}62 \text{ кг/хв.}$$

Визначимо кількість пресованих дріжджів:

$$G_{др.} = G^{б}_{заг.} m_{др.} /100 = 10 \cdot 1{,}0/100 = 0{,}1 \text{ кг/хв.}$$

Дріжджі використовують у вигляді суспензії у співвідношенні дріжджів і води 1:3.

Визначимо кількість води для розведення дріжджів:

$$G_{в} = G_{др.} \cdot 3 = 0{,}1 \cdot 3 = 0{,}3 \text{ кг/хв.}$$

Визначимо масу дріжджової суспензії:

$$G_{др.сус.} = G_{др.} + G_{в} = 0{,}1 + 0{,}3 = 0{,}4 \text{ кг/хв.}$$

Розрахуємо вологість дріжджової суспензії:

$$W_{др.сус.} = \frac{G_{др.} W_{др.} + G_{в} W_{в}}{G_{др.сус.}} = \frac{0{,}1 \cdot 75 + 0{,}3 \cdot 100}{0{,}4} = 94\%.$$

Визначимо кількість рідких дріжджів:

$$G_{р.др.} = G^{б}_{заг.} m_{р.др.} /100 = 10 \cdot 10/100 = 1{,}0 \text{ кг/хв.}$$

Оскільки частину борошна в тісто вносять із рідкими дріжджами, тому визначимо цю кількість борошна:

$$G^{б}_{р.др.} = \frac{G_{р.др.}(100 - W_{р.др.})}{100 - W_{б}} = \frac{1,0 \cdot (100 - 78)}{100 - 13,5} = 0,25 \text{ кг/хв.}$$

Розрахуємо кількість борошна на заміс тіста:

$$G^{зам.}_{т} = G^{б}_{заг.} - G^{б}_{р.др.} = 10 - 0,25 = 9,75 \text{ кг/хв.}$$

Для зручності подальших розрахунків хвилинних витрат сировини на заміс тіста складемо таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 – Хвилинні витрати сировини на заміс тіста

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст сухих речовин, %	Маса, кг		
				сухих речовин	вологи	борошна
Борошно пшеничне І ґатунку	9,75	13,5	86,5	8,43	1,32	9,75
Розчин солі	0,62	79,0	21,0	0,13	0,49	-
Дріжджова суспензія	0,4	94,0	6,0	0,02	0,38	-
Рідкі дріжджі	1,0	78,0	22,0	0,22	0,78	0,25
Всього	11,77	-	-	8,80	2,97	10,0
Вода	4,53	-	-	-	4,53	-
Всього (тісто)	16,3	46,0	54,0	8,80	7,50	10,0

Визначимо вологість тіста:

$$W_{т} = W_{м} + n = 45 + 1 = 46\%.$$

Розрахуємо масу тіста:

$$G_{т} = \frac{G_{ср} \cdot 100}{100 - W_{т}} = \frac{8,8 \cdot 100}{100 - 46} = 16,3 \text{ кг/хв.}$$

Визначимо витрату води на заміс тіста:

$$G_{в} = G_{т} - G_{к} = 16,3 - 11,77 = 4,53 \text{ л/хв.},$$

де $G_{к}$ – кількість компонентів у тісті ($G_{к}$ = 11,77 кг), кг.

Здійснимо перевірку розрахунків. Визначимо вологість тіста:

$$W_{т} = \frac{G^{в}_{т} \cdot 100}{G_{т}} = \frac{7,5 \cdot 100}{16,3} = 46\%,$$

де $G^{в}_{т}$ – кількість вологи в тісті ($G^{в}_{т}$ = 7,50 кг), кг.

Умова. Розрахувати рецептуру для приготування хліба з пшеничного борошна І ґатунку. Тісто готують на густій опарі в агрегаті безперервної дії. Загальна хвилинна витрата борошна – $G^{б}_{заг.}$ = 10 кг/хв. Витрата сировини на 100 кг

борошна: солі – $m_{сіль}$ = 1,5 кг; пресованих дріжджів – $m_{др.}$ = 1,0 кг ($c_{др.}$ = 1,0%); цукру – $m_{цук.}$ = 3,0 кг; молока коров'ячого – $m_{мол.}$ = 25,0 кг. Вологість: м'якушки хліба – $W_{м}$ = 43%; опари – $W_{оп.}$ = 47%; борошна – $W_{б}$ = 15%; пресованих дріжджів – $W_{др.}$ = 75%; молока – $W_{мол.}$ = 88%. Концентрація (вміст) у розчині: солі – $c_{сіль}$ = 26%; цукру – $c_{цук.}$ = 50%. Дріжджі розводять у співвідношенні 1:3, тобто кількість часток води x = 3. Витрата борошна в опару – 50% загальної маси борошна в тісті, тобто $m_{б}$ = 50 кг.

Розв'язок

Опарним способом тісто готують у дві фази: 1) опара; 2) тісто. Під час приготування опари вносять частину борошна, як правило, всю кількість дріжджів, що передбачена рецептурою виробу, і воду в кількості, необхідній для одержання опари заданої вологості. Опари можуть бути густими (вологістю до 50%) і рідкими (вологістю понад 60%). Густу опару готують з 45–60% борошна, більшої частини води і всієї кількості дріжджів, передбачених рецептурою. Вологість густої опари – 42–50%. Витрата дріжджів на заміс опари залежить від їх підйомної сили, рецептури виробу і становить: пресованих – 0,5–1,5%; рідких – 20–30% до маси борошна. Бродить опара 3–4 год.

Поширений спосіб приготування тіста для булочних виробів та хліба з борошна пшеничного сортового на густій опарі, для якої беруть значну кількість борошна (65–70% від загальної маси його в тісті). У цьому випадку загальну засипку борошна в діжу варто знизити до 10%, оскільки опара при бродінні займає значно більший об'єм.

Розрахуємо рецептуру на заміс опари.

Визначимо витрату борошна в опару:

$$G^{б}_{оп.} = G^{б}_{заг.} m_{б} /100 = 10 \cdot 50/100 = 5{,}0 \text{ кг/хв.}$$

Визначимо кількість дріжджової суспензії:

$$G_{др.сус.} = \frac{G^{б}_{заг.} c_{др.} (1+x)}{100} = \frac{10 \cdot 1 \cdot (1+3)}{100} = 0{,}4 \text{ кг/хв.}$$

Оскільки дріжджі розводять у співвідношенні 1:3, а кількість дріжджової суспензії за одну хвилину $G_{др.сус.}$ = 0,4 кг, тоді маса пресованих дріжджів за хвилину $G_{др.}$ = 0,1 кг та маса води у дріжджовій суспензії за хвилину $G_{в}$ = 0,3 кг. Розрахуємо вологість дріжджової суспензії:

$$W_{др.сус.} = \frac{G_{др.} W_{др.} + G_{в} W_{в}}{G_{др.сус.}} = \frac{0{,}1 \cdot 75 + 0{,}3 \cdot 100}{0{,}4} = 94\%.$$

Визначимо витрату молока:

$$G_{мол.} = G^{б}_{заг.} m_{мол.} /100 = 10 \cdot 25/100 = 2{,}5 \text{ кг/хв.}$$

Для подальших розрахунків витрат сировини на заміс опари складемо таблицю 7.2.

Таблиця 7.2 – Витрати сировини на заміс опари

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст сухих речовин, %	Маса, кг	
				сухих речовин	вологи
Борошно пшеничне І ґатунку	5	15	85	4,25	0,75
Дріжджова суспензія	0,4	94	6	0,02	0,38
Молоко	2,5	88	12	0,3	2,2
Всього	7,9	-	-	4,57	3,33
Вода	0,72	100	-	-	0,72
Всього (опара)	8,62	47	53	4,57	4,05

Визначимо масу опари:

$$G_{оп.} = \frac{G_{ср} \cdot 100}{100 - W_{оп.}} = \frac{4,57 \cdot 100}{100 - 47} = 8,62 \text{ кг/хв.},$$

де $G_{ср}$ – маса сухих речовин в опарі ($G_{ср}$ = 4,57 кг), кг.

Розрахуємо масу води на приготування опари:

$$G_{в} = G_{оп.} - G_{к} = 8,62 - 7,9 = 0,72 \text{ кг.}$$

де $G_{к}$ – маса всіх компонентів (в натурі) опари окрім води ($G_{к}$ = 7,9 кг), кг.

Розрахуємо рецептуру на заміс тіста.

Визначимо витрату борошна на заміс тіста:

$$G_{т}^{зам.} = G_{заг.}^{б} - G_{оп.}^{б} = 10 - 5 = 5 \text{ кг/хв.},$$

де $G_{оп}^{б}$ – витрати борошна на приготування напівфабрикату, тобто опари ($G_{оп.}^{б}$ = 5 кг/хв.), кг.

Визначимо витрату розчину солі:

$$G_{роз.сіль} = G_{заг.}^{б} m_{сіль} / c_{сіль} = 10 \cdot 1,5/26 = 0,58 \text{ кг/хв.},$$

де $c_{сіль}$ – концентрація солі у розчині ($c_{сіль}$ = 26%), %.

Визначимо витрату розчину цукру:

$$G_{роз.цук.} = G_{заг.}^{б} m_{цук.} / c_{цук.} = 10 \cdot 3/50 = 0,6 \text{ кг/хв.},$$

де $c_{цук.}$ – концентрація цукру у розчині ($c_{цук.}$ = 50%), %.

Результати подальших розрахунків витрат сировини на заміс тіста заносимо у таблицю 7.3.

Таблиця 7.3 – Витрати сировини на заміс тіста

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст сухих речовин, %	Маса, кг		
				сухих речовин	вологи	борошна
Борошно пшеничне І гатунку	5,0	15,0	85,0	4,25	0,75	5,0
Розчин солі	0,58	74,0	26,0	0,15	0,43	-
Розчин цукру	0,6	50,0	50,0	0,3	0,3	-
Опара	8,62	47	53,0	4,57	4,05	5,0
Всього	14,8	-	-	9,27	5,53	10,0
Вода	1,61	100	-	-	1,61	-
Всього (тісто)	16,41	43,5	56,5	9,27	7,14	10,0

Визначимо вологість тіста:

$$W_т = W_м + n = 43 + 0,5 = 43,5\%.$$

Розрахуємо масу тіста:

$$G_т = \frac{G_{ср} \cdot 100}{100 - W_т} = \frac{9,27 \cdot 100}{100 - 43,5} = 16,41 \text{ кг/хв.}$$

Визначимо витрату води на заміс тіста:

$$G_в = G_т - G_к = 16,41 - 14,8 = 1,61 \text{ л/хв.},$$

де $G_к$ – кількість компонентів у тісті ($G_к$ = 14,8 кг), кг.

Здійснимо перевірку розрахунків. Визначимо вологість тіста:

$$W_т = \frac{G_т^в \cdot 100}{G_т} = \frac{7,14 \cdot 100}{16,41} = 43,5\%,$$

де $G_т^в$ – кількість вологи в тісті ($G_т^в$ = 7,14 кг), кг.

Завдання

Завдання 1. Розрахувати виробничу рецептуру на заміс тіста з борошна пшеничного І ґатунку. Тісто готують безопарним способом на агрегатах безперервної дії. Завдання виконується у відповідності до варіанту згідно з додатком Е (таблиця Е.1). Відомо:

1. Загальна хвилинна витрата борошна $G_{заг.}^б$, кг/хв.

2. Дозування сировини до маси борошна: солі $m_{сіль}$, %; пресованих дріжджів $m_{др.}$, %; рідких дріжджів – $m_{р.др.}$, %.

3. Вологість: м'якушки хліба $W_м$, %; борошна $W_б$, %; пресованих дріжджів $W_{др.}$, %; рідких дріжджів $W_{р.др.}$, %.

4. Різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки хліба, що охолонув, визначена лабораторно n, %.

5. Концентрація розчину солі c, %.

6. Дріжджі використовують у вигляді суспензії у співвідношенні дріжджів і води 1:3.

Завдання 2. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування хліба з пшеничного борошна І ґатунку. Тісто готують на густій опарі в агрегаті безперервної дії. Завдання виконується у відповідності до варіанту згідно з додатком Е (таблиця Е.2). Відомо:

1. Загальна хвилинна витрата борошна $G^б_{заг.}$, кг/хв.

2. Витрата сировини на 100 кг борошна: солі $m_{сіль}$, кг; пресованих дріжджів $m_{др.}$, кг; цукру $m_{цук.}$, кг; молока $m_{мол.}$, кг.

3. Вологість: м'якушки хліба $W_м$, %; опари $W_{оп.}$, %; борошна $W_б$, %; пресованих дріжджів $W_{др.}$, %; вміст сухої речовини у молоці, %.

4. Концентрація (вміст) у розчині: солі $c_{сіль}$, %; цукру $c_{цук.}$, %.

5. Дріжджі розводять у співвідношенні 1:3.

6. Витрата борошна в опару.

Контрольні запитання

1. Як розраховується вологість дріжджової суспензії?
2. Як розраховується кількість розчину солі?
3. Як розраховується кількість води для розведення дріжджів?
4. Як визначається витрата води на замі тіста?
5. Як здійснюється перевірка правильності проведених розрахунків?

Використані джерела: [1б, 6б].

Практичне заняття № 8
Технологічні розрахунки у молочній промисловості

Мета: навчитися проводити технологічні розрахунки для виробництва молочної продукції.

Порядок виконання роботи

Умова. Скільки вершків жирністю $Ж_{вер.}$ = 30% можна отримати під час сепарування $G_{мол.}$ = 500 кг молока жирністю $Ж_{мол.}$ = 4%, якщо втрати жиру під час сепарування $P_{ж}$ = 0,36%, а вміст жиру у знежиреному молоці $Ж_{зн.мол.}$ = 0,05%.

Розв'язок

Розв'язати задачу можна алгебраїчним методом або графічним методом (за розрахунковим трикутником).

1. Алгебраїчний метод.

Складемо рівняння загального і покомпонентного балансів для сепарування молока:

$$G_{мол.} = G_{вер.} + G_{зн.мол.};$$

$$G_{мол.} Ж_{мол.} = G_{вер.} Ж_{вер.} + G_{зн.мол.} Ж_{зн.мол.} + 0,01 \cdot G_{мол.} Ж_{мол.} P_{ж}.$$

Визначимо з першого рівняння $G_{зн.мол.}$ і підставимо його в рівняння покомпонентного балансу:

$$G_{мол.} Ж_{мол.} = G_{вер.} Ж_{вер.} + G_{мол.} Ж_{зн.мол.} - G_{вер.} Ж_{зн.мол.} + 0,01 \cdot G_{мол.} Ж_{мол.} P_{ж},$$

$$G_{вер.} (Ж_{вер.} - Ж_{зн.мол.}) = G_{мол.} [Ж_{мол.} (1 - 0,01 \cdot P_{ж}) - Ж_{зн.мол.}].$$

З останнього рівняння отримаємо:

$$G_{вер.} = \frac{G_{мол.} [Ж_{мол.} (1 - 0,01 \cdot P_{ж}) - Ж_{зн.мол.}]}{Ж_{вер.} - Ж_{зн.мол.}} = \frac{500 \cdot [4 \cdot (1 - 0,01 \cdot 0,36) - 0,05]}{30 - 0,05} = 65,7 \text{ кг.}$$

2. Графічний метод.

Будуємо трикутник (рис. 8.1), у вершинах якого записуємо жирність молока, вершків і знежиреного молока. Навпроти жирності молока 4% усередині трикутника розміщуємо дані щодо кількості молока – 500 кг, навпроти жирності вершків – $G_{вер.}$, навпроти жирності знежиреного молока – $G_{зн.мол.}$. На зовнішніх сторонах трикутника записуємо різницю жирності.

Із трикутника одержуємо співвідношення:

$$\frac{G_{вер.}}{3,95} = \frac{500}{29,95}, \text{ тобто } G_{вер.} = 65,9 \text{ кг.}$$

Різниця на зовнішніх сторонах трикутника є кількість сировини, готового і знежиреного продуктів, що виражені у частинах. Так, під час сепарування 29,95

частини молока одержано 3,95 частини вершків та 26 частини знежиреного молока (3,95 + 26 = 29,95).

Отже, якщо з 29,95 частини молока одержано 3,95 частини вершків, тоді з 500 кг:

$$G_{вер.} = \frac{500 \cdot 3,95}{29,95} = 65,9 \text{ кг.}$$

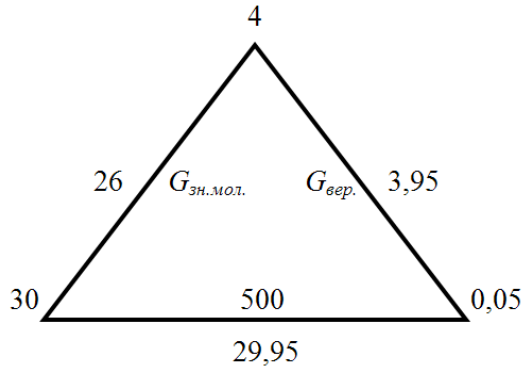

Рисунок 8.1 – Розрахунковий трикутник

Для визначення кількості вершків із врахуванням втрат, необхідно отриманий результат помножити на коефіцієнт втрат:

$$\frac{100 - P_{ж}}{100} = 1 - 0,01 \cdot P = 1 - 0,01 \cdot 0,36 = 0,9964 .$$

Кількість вершків із врахуванням виробничих втрат складе:

$$G_{вер.} = 65,9 \cdot 0,9964 = 65,7 \text{ кг.}$$

Одержані значення кількості вершків за двома методами однакові.

Умова. На виробництво $G_{мол.}$ = 340 кг сиру жирністю $Ж_{сир.}$ = 9,5% витрачено $G_{н.мол.}$ = 2400 кг нормалізованого молока жирністю $Ж_{н.мол.}$ = 1,5%. Маса отриманої сироватки жирністю $Ж_{сиров.}$ = 0,1% склала $G_{сиров.}$ = 2000 кг. Визначити втрати жиру і сировини в кілограмах і процентах від переробленої сировини.

Розв'язок

Складемо рівняння матеріального балансу для виробництва сиру у загальному вигляді:

$$G_c = G_{н.мол.} = G_{пр.} + G_{втр.} = G_{сир.} + G_{сиров.} + G_{втр.}, \text{ [кг];}$$

де $G_c = G_{н.мол.}$ – маса сировини, тобто маса $G_{н.мол.}$ нормалізованого молока, кг;

$G_{пр.} = G_{сир.} + G_{сировв.}$ – маса продукту, що визначають як суму маси готового (сир) $G_{сир.}$ та побічного (сироватка) $G_{сировв.}$ продуктів, кг;

$G_{втр.}$ – маса втрат сировини, кг.

З рівняння матеріального балансу визначимо втрати сировини в кг:

$$G_{втр.} = G_{н.мол.} - G_{сир.} - G_{сировв.} = 2400 - 340 - 2000 = 60 \text{ кг.}$$

Визначимо виробничі втрати сировини у процентах від кількості переробленої сировини:

$$P_{втр.} = \frac{G_{втр.}}{G_{с}} \cdot 100 = \frac{G_{втр.}}{G_{н.мол.}} \cdot 100 = \frac{60}{2400} \cdot 100 = 2,5\,\%.$$

Складемо рівняння покомпонентного балансу для виробництва сиру:

$$G_{н.мол.} Ж_{н.мол.} = G_{сир.} Ж_{сир.} + G_{сировв.} Ж_{сировв.} + 0,01 \cdot G_{н.мол.} Ж_{н.мол.} P_{ж}.$$

З рівняння покомпонентного балансу для виробництва сиру визначимо втрати жиру у відсотках:

$$P_{ж} = 100 - \frac{G_{сир.} Ж_{сир.} + G_{сировв.} Ж_{сировв.}}{0,01 \cdot G_{н.мол.} Ж_{н.мол.}} = 100 - \frac{340 \cdot 9,5 + 2000 \cdot 0,1}{0,01 \cdot 2400 \cdot 1,5} = 4,7\,\%.$$

Визначимо втрати жиру у кг:

$$G_{ж} = \frac{G_{с} Ж_{с} P_{ж}}{100 \cdot 100} = \frac{G_{н.мол.} Ж_{н.мол.} P_{ж}}{100 \cdot 100} = \frac{2400 \cdot 1,5 \cdot 4,7}{100 \cdot 100} = 1,69 \text{ кг.}$$

Умова. Під час збивання $G_{мол.}$ = 10000 кг молока жирністю $Ж_{мол.}$ = 4% одержано $G_{масл.}$ = 475 кг несолоного вершкового масла жирністю $Ж_{масл.}$ = 82%. У вершках містилося $Ж_{вер.}$ = 35% жиру, а в знежиреному молоці – $Ж_{зн.мол.}$ = 0,05%, у пахті – $Ж_{пахт.}$ = 0,4%. Визначити нормативні і фактичні витрати молока на виробництво 1 т масла. Гранично допустимі втрати під час виробництва вершків становлять $P_{втр.ж1}$ = 0,55%, а під час виробництва масла – $P_{втр.ж2}$ = 0,3%.

Розв'язок

1. Складемо рівняння загального та покомпонентного матеріальних балансів для стадії одержання вершків:

$$G_{мол.} = G_{вер.} + G_{зн.мол.};$$

$$G_{мол.} Ж_{мол.} = G_{вер.} Ж_{вер.} + G_{зн.мол.} Ж_{зн.мол.} + 0,01 \cdot G_{мол.} P_{втр.ж1} Ж_{мол.}.$$

Розв'язуючи ці рівняння, отримаємо:

$$G_{мол.} = \frac{G_{вер.} (Ж_{вер.} - Ж_{зн.мол.})}{Ж_{мол.} (1 - 0,01 \cdot P_{втр.ж1}) - Ж_{зн.мол.}}.$$

2. Складемо рівняння загального та покомпонентного матеріальних балансів для стадії одержання масла з вершків:

$$G_{вер.} = G_{масл.} + G_{пахт.};$$

$$G_{вер.}Ж_{вер.} = G_{масл.}Ж_{масл.} + G_{пахт.}Ж_{пахт.} + 0,01 \cdot G_{вер.}P_{втр.ж2}Ж_{вер.}.$$

Розв'язуючи ці рівняння, отримаємо:

$$G_{вер.} = \frac{G_{масл.}(Ж_{масл.} - Ж_{пахт.})}{Ж_{вер.}(1 - 0,01 \cdot P_{втр.ж2}) - Ж_{пахт.}}.$$

3. Підставимо формулу для $G_{вер.}$ у формулу для обчислення $G_{мол.}$ і, враховуючи, що $G_{масл.} = 1000$ кг, одержимо вираз для обчислення нормативних витрат молока:

$$B_{мол.} = G_{мол.} = \frac{1000 \cdot (Ж_{масл.} - Ж_{пахт.}) \cdot (Ж_{вер.} - Ж_{зн.мол.})}{\left[Ж_{вер.}(1 - 0,01 \cdot P_{втр.ж2}) - Ж_{пахт.}\right] \cdot \left[Ж_{мол.}(1 - 0,01 \cdot P_{втр.ж1}) - Ж_{зн.мол.}\right]} =$$

$$= \frac{1000 \cdot (82 - 0,4) \cdot (35 - 0,05)}{\left[35 \cdot (1 - 0,01 \cdot 0,3) - 0,4\right] \cdot \left[4 \cdot (1 - 0,01 \cdot 0,55) - 0,55\right]} = 21048 \text{ кг}.$$

4. Фактичні витрати складають:

$$B_{ф} = \frac{G_{мол.}}{G_{масл.}} \cdot 1000 = \frac{10000}{475} \cdot 1000 = 21053 \text{ кг}.$$

5. Фактичні витрати більші за нормативні, отже, у виробництві перевитрачено молоко. У розрахунку на 1 т масла перевитрата молока становить:

$$21053 - 21048 = 5 \text{ кг}$$

або

$$0,04 \cdot 5 = 0,2 \text{ кг жиру}.$$

Завдання

Завдання 1. Скільки сиру жирністю $Ж_{сир.}$ [%] можна отримати з $G_{н.мол.}$ [кг] нормалізованого молока жирністю $Ж_{н.мол.}$ [%], якщо вміст жиру у сироватці $Ж_{сиров.}$ [%]. Втрати жиру під час виробництва сиру складають $P_{ж}$ [%]. Задачу розв'язати алгебраїчним та графічним методами. Завдання виконують у відповідності до варіанту згідно з Додатком Є (таблиця Є.1).

Завдання 2. На виробництво $G_{масл.}$ [кг] вершкового масла жирністю $Ж_{масл.}$ [%] витрачено $G_{вер.}$ [кг] вершків жирністю $Ж_{вер.}$ [%]. Маса отриманої пахти жирністю $Ж_{пахт.}$ [%] склала $G_{пахт.}$ [кг]. Визначити втрати жиру і сировини в кілограмах і процентах від перероблених вершків. Завдання виконують у відповідності до варіанту згідно з Додатком Є (таблиця Є.2).

Завдання 3. Під час збивання вершків одержано $G_{масл.}$ [кг] вершкового масла жирністю $Ж_{масл.}$ [%], при цьому витрачено $G_{мол.}$ [кг] молока жирністю $Ж_{мол.}$ [%]. Вміст жиру: у вершках – $Ж_{вер.}$ [%]; у знежиреному молоці – $Ж_{зн.мол.}$ [%]; у пахті – $Ж_{пахт.}$ [%]. Визначити нормативні і фактичні витрати молока на виробництво 1 т масла. Гранично допустимі втрати під час виробництва вершків становлять $Р_{втр.ж1}$ [%], а під час виробництва масла – $Р_{втр.ж2}$ [%].Завдання виконують у відповідності до варіанту згідно з додатком Є (таблиця Є.3).

Контрольні запитання

1. Як складають рівняння загального матеріального балансу для виробництв молочної промисловості?
2. Як розраховують виробничі втрати сировини?
3. Як складають рівняння покомпонентного балансу для виробництв молочної промисловості?
4. У чому полягає алгебраїчний метод розв’язку задач молочної промисловості?
5. У чому полягає графічний метод розв’язку задач молочної промисловості?

Використані джерела: [1б, 5б].

Практичне заняття № 9
Технологічні розрахунки виробництва м'ясо-жирової та ковбасної продукції

Мета: навчитися проводити технологічні розрахунки для виробництва м'ясо-жирової та ковбасної продукції.

Порядок виконання роботи

Умова. Потужність цеху забою худоби і розбирання туш 100 т за зміну: яловичина – $M_к^{ВРХ}$ = 50 т; баранина – $M_к^{ДРХ}$ = 20 т; свинина – $M_к^{свин.}$ = 30 т. Живу масу худоби прийнято за існуючими нормами: велика рогата худоба (ВРХ) – $m_{жив.}^{ВРХ}$ = 350 кг; дрібна рогата худоба (ДРХ) – $m_{жив.}^{ДРХ}$ = 40 кг; свині – $m_{жив.}^{свин.}$ = 100 кг. Розрахувати кількість голів худоби І категорії, що переробляють в цеху за зміну. Також розрахувати кількість м'якої і твердої жиросировини та кількість харчових пряжених жирів, яку можна одержати з худоби на обладнанні безперервної дії.

Розв'язок

1. Визначимо живу масу:

- великої рогатої худоби: $M_{жив.}^{ВРХ} = \frac{M_к^{ВРХ}}{a^{ВРХ}} \cdot 100 = \frac{50000}{47} \cdot 100 = 106383$ кг;

- дрібної рогатої худоби: $M_{жив.}^{ДРХ} = \frac{M_к^{ДРХ}}{a^{ДРХ}} \cdot 100 = \frac{20000}{40} \cdot 100 = 50000$ кг;

- свиней: $M_{жив.}^{свин.} = \frac{M_к^{свин.}}{a^{свин.}} \cdot 100 = \frac{30000}{62} \cdot 100 = 48387$ кг.

Значення норми виходу м'яса в цеху забою худоби наведені у таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Норми виходу м'яса у цеху забою худоби

Сировина	Норми виходу a, % до живої маси
М'ясна туша:	
- велика рогата худоба (ВРХ)	47
- дрібна рогата худоба (ДРХ)	40
- свині (зі зняттям шкіри)	62
Птиця:	
- курчата	80,6
- кури	80,5
- качки	80,6
- гуси	79,2
- індики	81,7
Кролики	50,4

2. Визначимо кількість голів худоби, що переробляють за зміну (значення заокруглюють до цілого числа):

- великої рогатої худоби (ВРХ): $N^{ВРХ} = \frac{M^{ВРХ}_{жив.}}{m^{ВРХ}_{жив.}} = \frac{106383}{350} = 304$ голови;

- дрібної рогатої худоби (ДРХ): $N^{ДРХ} = \frac{M^{ДРХ}_{жив.}}{m^{ДРХ}_{жив.}} = \frac{50000}{40} = 1250$ голів;

- свиней: $N^{свин.} = \frac{M^{свин.}_{жив.}}{m^{свин.}_{жив.}} = \frac{48387}{100} = 484$ голови.

3. Використовуючи норми виходу жиросировини, які представлені в таблиці 9.2, визначимо кількість м'якої жиросировини, що можна одержати за зміну на обладнанні безперервної дії:

- з великої рогатої худоби (ВРХ):

$$M^{ВРХ}_{ж.м.} = \frac{M^{ВРХ}_{жив.} a^{ВРХ}_{ж.м.}}{100} = \frac{106383 \cdot 2,46}{100} = 2617 \text{ кг/зміну;}$$

- з дрібної рогатої худоби (ДРХ):

$$M^{ДРХ}_{ж.м.} = \frac{M^{ДРХ}_{жив.} a^{ДРХ}_{ж.м.}}{100} = \frac{50000 \cdot 1,29}{100} = 645 \text{ кг/зміну;}$$

- зі свиней:

$$M^{свин.}_{ж.м.} = \frac{M^{свин.}_{жив.} a^{свин.}_{ж.м.}}{100} = \frac{48387 \cdot 6,17}{100} = 2985 \text{ кг/зміну.}$$

4. Визначимо кількість твердої жиросировини:

- з великої рогатої худоби (ВРХ):

$$M^{ВРХ}_{ж.т.} = \frac{M^{ВРХ}_{жив.} a^{ВРХ}_{ж.т.}}{100} = \frac{106383 \cdot 0,39}{100} = 415 \text{ кг/зміну.}$$

Таблиця 9.2 – Норми виходу жиросировини

Худоба	Кількість жиросировини, у % до живої маси	
	м'якої $a_{ж.м.}$	твердої (кістки) $a_{ж.т.}$
Велика рогата худоба (ВРХ)	2,46	0,39
Дрібна рогата худоба (ДРХ)	1,29	-
Свині без шкіри	6,17	-

5. Використовуючи норми виходу харчових пряжених жирів, які представлені в таблиці 9.3, визначимо кількість харчових пряжених жирів, що можна одержати за зміну на обладнанні безперервної дії:

- яловичий жир:

$$M_{ж.пр.}^{ялов.} = \frac{M_{ж.м.}^{ВРХ} a_{ж.пр.}^{ВРХ}}{100} = \frac{2617 \cdot 70}{100} = 1832 \text{ кг/зміну;}$$

- баранячий жир:

$$M_{ж.пр.}^{бар} = \frac{M_{ж.м}^{ДРХ} a_{ж.пр.}^{ДРХ}}{100} = \frac{645 \cdot 69}{100} = 445 \text{ кг/зміну;}$$

- свинячий жир:

$$M_{ж.пр.}^{свин.} = \frac{M_{ж.м.}^{свин.} a_{ж.пр.}^{свин.}}{100} = \frac{2985 \cdot 73{,}8}{100} = 2203 \text{ кг/зміну;}$$

- кістковий жир (норма виходу кісткових жирів у % від маси сирої кістки складає $a_{ж.к.пр.}^{ВРХ} = 15\%$):

$$M_{ж.пр.}^{кіст.} = \frac{M_{ж.т.}^{ВРХ} a_{ж.к.пр.}^{ВРХ}}{100} = \frac{415 \cdot 15}{100} = 62{,}3 \text{ кг/зміну.}$$

Таблиця 9.3 – Норми виходу харчових пряжених жирів

Технологічне обладнання	Норма виходу пряжених жирів $a_{ж.пр.}$, у % до маси м'якої жиросировини				
	ВРХ		ДРХ		Свині без шкіри
	І кат.	ІІ кат.	І кат.	ІІ кат.	
Лінія АВЖ, Де-Лаваль	70	51	69	50	73,8
Автоклави	69	51	69	50	73,1
Відкриті котли	69	51	69	50	72,3

Умова. Цех виробляє $M_{г.пр.} = 1000$ кг продукції зі свинини. Розрахувати кількість продукції зі свинини за видами (окіст варений (задній), окіст копчено-варений (передній), грудинка копчено-варена, корейка копчено-варена) та кількість сировини, що необхідна для виробництва заданого асортименту. Вихід готової продукції $a_{г.пр.}$ (задній та передній окости, грудинка та корейка) у % до маси сировини заданий у таблиці 9.4 (стовпчик 3). Вихід $a_{відр.}$ кожного виду сировини по відношенню до м'яса на кістках заданий у таблиці 9.4 (стовпчик 5).

Розрахувати кількість розсолу, солі та спецій для посолу задніх окостів, під час якого спочатку здійснюють шприцювання сировини, далі сировину натирають сухою сумішшю для соління, а після цього вкладають у чани та заливають розсолом. Для шприцювання використовують розсіл щільністю 1,100 г/см^3 із

вмістом: солі – $a_{сіл.1}^{шпр.}$ = 13% (концентрація); нітриту натрію – $a_{н.натр.1}^{шпр.}$ = 0,075%; цукру – $a_{цукр.1}^{шпр.}$ = 1%. Кількість розсолу, що вводиться шляхом шприцювання, – $a_{роз.1}^{шпр.}$ = 10% від маси окостів. Натирання сировини здійснюють сухою сіллю в кількості $a_{сіл.1}^{сол.}$ = 3% від маси сировини. Окости вкладають у чан з розсолом густиною 1,087 г/см^3 з вмістом: солі – $a_{сіл.1}^{зал.}$ = 11% (концентрація); нітриту натрію – $a_{н.натр.1}^{зал.}$ = 0,05%. Кількість розсолу, що заливають у чан – $a_{роз.1}^{зал.}$ = 50% від маси окостів.

Розв'язок

1. Розрахуємо частку відрубів туші $p_{відр.}$ (задній $p_{відр.1}$ та передній $p_{відр.2}$ окости, грудинка $p_{відр.3}$ та корейка $p_{відр.4}$) у загальній кількості сировини, що використовують для виробництва продукції із свинини:

- окіст задній: $p_{відр.1} = \frac{a_{відр.1} \cdot 100}{a_{заг.}} = \frac{24,5 \cdot 100}{70,5} = 34,8$ %;

- окіст передній: $p_{відр.2} = \frac{a_{відр.2} \cdot 100}{a_{заг.}} = \frac{22,4 \cdot 100}{70,5} = 31,8$ %;

- грудинка: $p_{відр.3} = \frac{a_{відр.3} \cdot 100}{a_{заг.}} = \frac{12,2 \cdot 100}{70,5} = 17,3$ %;

- корейка: $p_{відр.4} = \frac{a_{відр.4} \cdot 100}{a_{заг.}} = \frac{11,4 \cdot 100}{70,5} = 16,1$ %;

Результати розрахунків $p_{відр.}$ заносимо в таблицю 7.4 (стовпчик 6).

2. Розрахуємо середньозважений вихід готової продукції:

$$a_{сер.г.пр.} = \sum_{i=1}^{n} \frac{p_{відр.i} a_{г.пр.i}}{100} = \frac{34,8 \cdot 82}{100} + \frac{31,8 \cdot 78}{100} + \frac{17,3 \cdot 82}{100} + \frac{16,1 \cdot 83}{100} = 80,9\ \%.$$

3. Розрахуємо необхідну кількість сировини для виробництва 1000 кг продукції зі свинини за зміну:

- загальна:

$$m_{сир.} = \frac{M_{г.пр.} \cdot 100}{a_{сер.г.пр.}} = \frac{1000 \cdot 100}{80,9} = 1236 \text{ кг/зміну};$$

- за видами $m_{сир.i}$:

- окіст задній: $m_{сир.1} = \frac{m_{сир.} p_{відр.1}}{100} = \frac{1236 \cdot 34,8}{100} = 430$ кг/зміну;

- окіст передній: $m_{сир.2} = \frac{m_{сир.} p_{відр.2}}{100} = \frac{1236 \cdot 31,8}{100} = 393$ кг/зміну;

- грудинка: $m_{сир.3} = \frac{m_{сир.} p_{відр.3}}{100} = \frac{1236 \cdot 17,3}{100} = 214$ кг/зміну;

- корейка: $m_{сир.4} = \frac{m_{сир.} p_{відр.4}}{100} = \frac{1236 \cdot 16,1}{100} = 199$ кг/зміну.

Результати розрахунків $m_{сир.і}$ заносимо в таблицю 9.4 (стовпчик 4).

Таблиця 9.4 – Результати розрахунку кількості продукції за видами зі свинини

Найменування продукції зі свинини	Кількість виробленої продукції $M_{г.пр.і}$, кг/зміну	Вихід готової продукції $a_{г.пр.і}$, у % до маси сировини	Кількість сировини $m_{сир.і}$, кг/зміну	Вихід сировини $a_{відр.і}$, у % до м'яса на кістках	Співвідношення між відрубами (частка) під час розбирання $p_{відр.і}$, %
1	2	3	4	5	6
Окіст варений	352,6	82	430	24,5	34,8
Окіст копчено-варений	306,7	78	393	22,4	31,8
Грудинка копчено-варена	175,5	82	214	12,2	17,3
Корейка копчено-варена	165,2	83	199	11,4	16,1
Всього	1000	-	1236	70,5	100,0

4. Визначимо кількість виробленої продукції $M_{г.пр.і}$ за зміну зі свинини за видами сировини:

- окіст задній: $M_{г.пр.1} = \frac{m_{сир.1} a_{г.пр.1}}{100} = \frac{430 \cdot 82}{100} = 352,6$, кг/зміну;

- окіст передній: $M_{г.пр.2} = \frac{m_{сир.2} a_{г.пр.2}}{100} = \frac{393 \cdot 78}{100} = 306,7$, кг/зміну;

- грудинка: $M_{г.пр.3} = \frac{m_{сир.3} a_{г.пр.3}}{100} = \frac{214 \cdot 82}{100} = 175,5$, кг/зміну;

- корейка: $M_{г.пр.4} = \frac{m_{сир.4} a_{г.пр.4}}{100} = \frac{199 \cdot 83}{100} = 165,2$, кг/зміну.

Результати розрахунків $M_{г.пр.i}$ заносимо в таблицю 9.4 (стовпчик 2).

5. Визначимо загальну масу сировини (масу напівтуш), необхідну для виробництва 1000 кг продукції із свинини за зміну:

$$m_{заг.сир.} = \frac{m_{сир.} \cdot 100}{a_{заг.}} = \frac{1236 \cdot 100}{70,5} = 1753,2 \text{ кг/зміну.}$$

6. Визначимо кількість свинячих напівтуш, необхідну для виробництва 1000 кг продукції зі свинини за зміну:

$$N_{напівт.} = \frac{m_{заг.сир.}}{m_{напівт.}} = \frac{1753,2}{36} = 49 \text{ напівтуш/зміну;}$$

де $m_{напівт.}$ – маса 1 напівтуші (у відповідності до нормативів $m_{напівт.} = 36$ кг), кг.

7. Розрахуємо масу розсолу для шприцювання задніх окостів:

$$m_{роз.1}^{шпр.} = \frac{m_{сир.1} \cdot a_{роз.1}^{шпр.}}{100} = \frac{430 \cdot 10}{100} = 43 \text{ кг/зміну.}$$

Визначимо кількість солі, цукру та нітриту натрію, що необхідна для приготування розсолу для шприцювання задніх окостів:

$$m_{сіл.1}^{шпр.} = \frac{m_{роз.1}^{шпр.} \cdot a_{сіл.1}^{шпр.}}{100} = \frac{43 \cdot 13}{100} = 5,6 \text{ кг;}$$

$$m_{цукр.1}^{шпр.} = \frac{m_{роз.1}^{шпр.} \cdot a_{цукр.1}^{шпр.}}{100} = \frac{43 \cdot 1}{100} = 0,43 \text{ кг;}$$

$$m_{н.натр.1}^{шпр.} = \frac{m_{роз.1}^{шпр.} \cdot a_{н.натр.1}^{шпр.}}{100} = \frac{43 \cdot 0,075}{100} = 0,03 \text{ кг.}$$

8. Розрахуємо кількість сухої суміші для соління (натирання) задніх окостів:

$$m_{с.сум.1} = \frac{m_{сир.1} \cdot a_{сіл.1}^{сол.}}{100} = \frac{430 \cdot 3}{100} = 12,9 \text{ кг/зміну.}$$

9. Розрахуємо кількість розсолу для заливки задніх окостів у чанах:

$$m_{роз.1}^{зал.} = \frac{m_{сир.1} \cdot a_{роз.1}^{зал.}}{100} = \frac{430 \cdot 50}{100} = 215 \text{ кг/зміну.}$$

Визначимо кількість солі та нітриту натрію для приготування розсолу для заливки задніх окостів:

$$m_{сіл.1}^{зал.} = \frac{m_{роз.1}^{зал.} \cdot a_{сіл.1}^{зал.}}{100} = \frac{215 \cdot 11}{100} = 23,7 \text{ кг;}$$

$$m_{н.натр.1}^{зал.} = \frac{m_{роз.1}^{зал.} \cdot a_{н.натр.1}^{зал.}}{100} = \frac{215 \cdot 0,05}{100} = 0,11 \text{ кг.}$$

Результати розрахунків витрат солі, цукру та нітриту натрію на посол задніх окостів заносимо до таблиці 9.5.

Таблиця 9.5 – Витрата солі, цукру та нітриту натрію на посол задніх окостів

Розсіл/суха суміш	Кількість розсолу/сухої суміші, кг/зміну	Сіль, кг/зміну	Цукор, кг/зміну	Нітрит натрію, кг/зміну
Розсіл для шприцювання	43,0	5,6	0,43	0,03
Розсіл для заливки	215,0	23,7	-	0,11
Суха суміш для соління	12,9	12,9	-	-
Всього	-	42,2	0,43	0,14

Умова. Для виробництва ковбасних виробів, пельменів та котлет необхідно $m_{ж.м.}^{ялов.}$ = 3000 кг жилованої яловичини та $m_{ж.м.}^{свин.}$ = 3000 кг жилованої свинини, причому питомий вміст яловичини: I категорії – $a_{ж.м.1}^{ялов.}$ = 20%, II категорії – $a_{ж.м.2}^{ялов.}$ = 80%; питомий вміст свинини без шкіри та вирізки: II категорії – $a_{ж.м.2}^{свин.}$ = 70%, III категорії – $a_{ж.м.3}^{свин.}$ = 30%. Визначити необхідну кількість м'яса на кістках за категоріями.

Також відомо, що цех виробляє $M_{г.пр.}^{в.ковб.}$ = 1800 кг ковбаси вареної за зміну, причому контрольний вихід готової продукції до маси несолоної сировини складає – $a_{г.пр.}^{в.ковб.}$ = 118%. Норми витрат сировини згідно з рецептурою на 100 кг загальної кількості сировини: яловичини I категорії – $a_{сир.1}^{в.ковб.}$ = 30%; свинини II категорії – $a_{сир.2}^{в.ковб.}$ = 45%; шпику – $a_{сир.3}^{в.ковб.}$ = 25%; вода – $a_{сир.4}^{в.ковб.}$ = 35%; сіль – $a_{сир.5}^{в.ковб.}$ = 2,5%; прянощі – $a_{сир.6}^{в.ковб.}$ = 0,6%. Визначити загальну кількість сировини, кількість основної та додаткової сировини за видами, а також масу фаршу, що необхідна для виробництва 1800 кг вареної ковбаси за зміну.

Розв'язок

1. Розрахуємо середньозважений вихід жилованої яловичини:

$$a_{сер.ж.м.}^{ялов.} = \sum_{i=1}^{n} \frac{p_{ж.м.i}^{ялов.} a_{ж.м.i}^{ялов.}}{100} = \frac{71,5 \cdot 20}{100} + \frac{70 \cdot 80}{100} = 70,3\,\%.$$

Частка жилованої яловичини I категорії у загальній кількості м'яса (таблиця 9.6 та таблиця 9.7):

$$p_{ж.м.1}^{ялов.} = 75,5 - 4 = 71,5\,\%;$$

де 75,5% – норма виходу разом м'яса яловичини I категорії та жиру-сирцю, у % до маси м'яса на кістках;

4% – норма виходу жиру-сирцю, у % до маси м'яса на кістках.

Частка жилованого м'яса яловичини II категорії у загальній кількості м'яса (таблиця 9.6 та таблиця 9.7):

$$p_{ж.м.2}^{ялов.} = 71,5 - 1,5 = 70\,\%;$$

де 71,5% – норма виходу разом м'яса яловичини II категорії та жиру-сирцю, у % до маси м'яса на кістках;

1,5% – норма виходу жиру-сирцю, у % до маси м'яса на кістках.

Таблиця 9.6 – Норми виходу м'яса під час обвалки та жиловки до м'яса на кістках без вирізки, %

Категорія м'яса	М'ясо жиловане та жир (шпик)	Сухожилля, хрящі	Кістки	Технічні зачистки та втрати	Всього
Яловичина					
I	75,5	3,0	21,2	0,3	100
II	71,5	4,0	24,2	0,3	100
Свинина без шкіри, без вирізки, без боків					
I	83,6	2,1	14,1	0,2	100
II	84,7	2,1	13,0	0,2	100
III	88,2	1,3	10,3	0,2	100
Баранина					
I	74,0	1,5	24,3	0,2	100
II	66,0	2,0	31,8	0,2	100
Конина					
I	76,7	3,7	19,1	0,5	100
II	74,4	3,8	21,1	0,7	100

2. Розрахуємо середньозважений вихід жилованої свинини:

$$a_{сер.ж.м.}^{свин.} = \sum_{i=1}^{n} \frac{p_{ж.м.i}^{свин.} a_{ж.м.i}^{свин.}}{100} = \frac{68,7 \cdot 70}{100} + \frac{62,2 \cdot 30}{100} = 66,8\,\%.$$

Частка жилованої свинини II категорії у загальній кількості м'яса (таблиця 9.6 та таблиця 9.7):

$$p_{ж.м.4}^{свин.} = 84,7 - 16 = 68,7\,\%;$$

де 84,7% – норма виходу разом м'яса свинини II категорії та шпику, у % до маси м'яса на кістках;

16% – норма виходу шпику, у % до маси м'яса на кістках.

Частка жилованої свинини ІІІ категорії у загальній кількості м'яса (таблиця 9.6 та таблиця 9.7):

$$p_{ж.м.3}^{свин.} = 88,2 - 26 = 62,2\ \%;$$

де 88,2% – норма виходу разом м'яса свинини ІІІ категорії та шпику, у % до маси м'яса на кістках;

26% – норма виходу шпику, у % до маси м'яса на кістках.

Таблиця 9.7 – Норми виходу шпику та жиру сирцю до маси м'яса на кістках, %

Категорія м'яса	Жир-сирець	Шпик			Всього
		хребтовий	боковий	грудинка	
Яловичина					
I	4,0	-	-	-	-
II	1,5	-	-	-	-
Свинина					
I	-	4	7	7	18
II	-	4	6	6	16
III	-	9	9	8	26

3. Загальна необхідна кількість яловичини І та ІІ категорій:

$$m_{м.к.}^{ялов.} = \frac{m_{ж.м.}^{ялов.} \cdot 100}{a_{сер.ж.м.}^{ялов.}} = \frac{3000 \cdot 100}{70,3} = 4267,4 \text{ кг/зміну.}$$

Зокрема:

- яловичини І категорії:

$$m_{м.к.1}^{ялов.} = \frac{a_{ж.м.1}^{ялов.} m_{м.к.}^{ялов.}}{100} = \frac{20 \cdot 4267,4}{100} = 853,5 \text{ кг/зміну;}$$

- яловичини ІІ категорії:

$$m_{м.к.2}^{ялов.} = \frac{a_{ж.м.2}^{ялов.} m_{м.к.}^{ялов.}}{100} = \frac{80 \cdot 4267,4}{100} = 3413,9 \text{ кг/зміну.}$$

4. Загальна необхідна кількість свинини ІІ та ІІІ категорій:

$$m_{м.к.}^{свин.} = \frac{m_{ж.м.}^{свин.} \cdot 100}{a_{сер.ж.м.}^{свин.}} = \frac{3000 \cdot 100}{66,8} = 4491 \text{ кг/зміну.}$$

Зокрема:

- свинини ІІ категорії:

$$m_{м.к.2}^{свин.} = \frac{a_{ж.м.2}^{свин.} m_{м.к.}^{свин.}}{100} = \frac{70 \cdot 4491}{100} = 3143,7 \text{ кг/зміну;}$$

- свинини ІІІ категорії:

$$m_{м.к.3}^{свин.} = \frac{a_{ж.м.3}^{свин.} m_{м.к.}^{свин.}}{100} = \frac{30 \cdot 4491}{100} = 1347,3 \text{ кг/зміну.}$$

5. Розрахуємо загальну кількість основної сировини, що необхідна для виробництва $M_{г.пр.}^{в.ковб.} = 1800$ кг ковбаси вареної за зміну:

$$m_{заг.сир.}^{в.ковб.} = \frac{M_{г.пр.}^{в.ковб.} \cdot 100}{a_{г.пр.}^{в.ковб.}} = \frac{1800 \cdot 100}{118} = 1525,4 \text{ кг/зміну.}$$

6. Визначимо кількість основної сировини за видами:

- яловичина I категорії:

$$m_{сир.1}^{в.ковб.} = \frac{m_{заг.сир.}^{в.ковб.} a_{сир.1}^{в.ковб.}}{100} = \frac{1525,4 \cdot 30}{100} = 457,6 \text{ кг/зміну;}$$

- свинина II категорії:

$$m_{сир.2}^{в.ковб.} = \frac{m_{заг.сир.}^{в.ковб.} a_{сир.2}^{в.ковб.}}{100} = \frac{1525,4 \cdot 45}{100} = 686,4 \text{ кг/зміну;}$$

- шпику:

$$m_{сир.3}^{в.ковб.} = \frac{m_{заг.сир.}^{в.ковб.} a_{сир.3}^{в.ковб.}}{100} = \frac{1525,4 \cdot 25}{100} = 381,4 \text{ кг/зміну.}$$

7. Визначимо кількість додаткової сировини за видами:

- вода:

$$m_{сир.4}^{в.ковб.} = \frac{m_{заг.сир.}^{в.ковб.} a_{сир.4}^{в.ковб.}}{100} = \frac{1525,4 \cdot 35}{100} = 533,9 \text{ кг/зміну;}$$

- сіль:

$$m_{сир.5}^{в.ковб.} = \frac{m_{заг.сир.}^{в.ковб.} a_{сир.5}^{в.ковб.}}{100} = \frac{1525,4 \cdot 2,5}{100} = 38,1 \text{ кг/зміну;}$$

- прянощі:

$$m_{сир.6}^{в.ковб.} = \frac{m_{заг.сир.}^{в.ковб.} a_{сир.6}^{в.ковб.}}{100} = \frac{1525,4 \cdot 0,6}{100} = 9,2 \text{ кг/зміну.}$$

8. Загальна маса фаршу:

$$m_{фарш.} = \sum_{i=1}^{n=6} m_{сир.i}^{в.ковб.} = 457,6 + 686,4 + 381,4 + 533,9 + 38,1 + 9,2 = 2106,6 \text{ кг/зміну.}$$

9. Розрахунок кількості оболонок (враховують діаметр та довжину), шпагату (0,25 кг/т) та кліпс (0,9 кг/т) проводять на 1 т виробів у відповідності до нормативів.

Завдання

Завдання 1. Потужність цеху забою худоби (птиці, кролика) і розбирання туш за зміну: яловичина – $M_к^{ВРХ}$ [т]; баранина – $M_к^{ДРХ}$ [т]; свинина – $M_к^{свин.}$ [т]; курчата – $M_к^{курч.}$ [т]; кури – $M_к^{кур.}$ [т]; качки – $M_к^{качк.}$ [т]; гуси – $M_к^{гус.}$ [т]; індички – $M_к^{інд.}$ [т]; кролик – $M_к^{крол.}$ [т]. Живу масу худоби (птиці, кролика) прийнято за існуючими нормами: велика рогата худоба (ВРХ) – $m_{жив.}^{ВРХ}$ [кг]; дрібна рогата худоба

(ДРХ) – $m_{жив.}^{ДРХ}$ [кг]; свині – $m_{жив.}^{свин.}$ [кг]; курчата – $m_{жив.}^{курч.}$ [кг]; кури – $m_{жив.}^{кур.}$ [кг]; качки – $m_{жив.}^{качк.}$ [кг]; гуси – $m_{жив.}^{гус.}$ [кг]; індички – $m_{жив.}^{інд.}$ [кг]; кролик – $m_{жив.}^{крол.}$ [кг]. Розрахувати кількість голів худоби *К* категорії (птиці, кролика), що переробляють в цеху за зміну. Також розрахувати кількість м'якої і твердої жиросировини та кількість харчових пряжених жирів, яку можна одержати із ВРХ, ДРХ та свиней на обладнанні безперервної дії. Завдання виконують у відповідності до варіанту згідно з Додатком Ж (таблиця Ж.1).

Завдання 2. Цех виробляє масу $M_{г.пр.}$ [кг/зміну] готової продукції зі свинини за зміну. Розрахувати кількість продукції за видами (окіст варений (задній) x_1, окіст копчено-варений (передній) x_2, грудинка копчено-варена x_3, корейка копчено-варена x_4) та кількість сировини, що необхідна виробництва даного асортименту. Вихід готової продукції $a_{г.пр.}$ (задній та передній окости, грудинка та корейка) у % до маси сировини заданий у таблиці 9.4 (стовпчик 3). Вихід $a_{відр.}$ кожного виду сировини по відношенню до м'яса на кістках заданий у таблиці 9.4 (стовпчик 5).

Розрахувати кількість розсолу, солі та спецій для посолу сировини для заданих видів продукції, під час якого спочатку здійснюють шприцювання сировини, далі сировину натирають сухою сумішшю для соління, а після цього вкладають у чани та заливають розсолом. Для шприцювання використовують розсіл густиною 1,100 г/см^3 із вмістом: солі – $a_{сіл.1}^{шпр.}$ = 13% (концентрація); нітриту натрію – $a_{н.натр.1}^{шпр.}$ = 0,075%; цукру – $a_{цукр.1}^{шпр.}$ = 1%. Кількість розсолу, що додають шляхом шприцювання, – $a_{роз.1}^{шпр.}$ = 10% від маси сировини. Натирання сировини проводять сухою сіллю в кількості $a_{сіл.1}^{сол.}$ = 3% від маси сировини. Сировину вкладають у чан з розсолом густиною 1,087 г/см^3 з вмістом: солі – $a_{сіл.1}^{зал.}$ = 11% (концентрація); нітриту натрію – $a_{н.натр.1}^{зал.}$ = 0,05%. Кількість розсолу, що заливають у чан – $a_{роз.1}^{зал.}$ = 50% від маси сировини. Завдання виконують у відповідності до варіанту згідно з Додатком Ж (таблиця Ж.2).

Завдання 3. Для виробництва ковбасних виробів, пельменів та котлет необхідно $m_{ж.м.}^{ялов.}$ [кг] жилованої яловичини, $m_{ж.м.}^{свин.}$ [кг] жилованої свинини, $m_{ж.м.}^{бар.}$ [кг] жилованої баранини; $m_{ж.м.}^{кон.}$ [кг] жилованої конини.

Причому питомий вміст:

- яловичини: I категорії – $a_{ж.м.1}^{ялов.}$ [%], II категорії – $a_{ж.м.2}^{ялов.}$ [%];

- свинини без шкіри та вирізки: II категорії – $a_{ж.м.2}^{свин.}$ [%], III категорії – $a_{ж.м.3}^{свин.}$ [%];

- баранини: І категорії – $a_{ж.м.1}^{бар.}$ [%], ІІ категорії – $a_{ж.м.2}^{бар.}$ [%];

- конини: І категорії – $a_{ж.м.1}^{кон.}$ [%], ІІ категорії – $a_{ж.м.2}^{кон.}$ [%].

Визначити необхідну кількість м'яса на кістках за категоріями.

Також відомо, що цех виробляє $M_{г.пр.}^{в.ковб.}$ [кг] ковбаси вареної за зміну, причому контрольний вихід готової продукції до маси несолоної сировини складає – $a_{г.пр.}^{в.ковб.}$ [%]. Норми витрат сировини згідно з рецептурою на 100 кг загальної кількості сировини: яловичини І категорії – $a_{сир.1}^{в.ковб.}$ [%]; свинини ІІ категорії – $a_{сир.2}^{в.ковб.}$ [%]; шпику – $a_{сир.3}^{в.ковб.}$ [%]; цукор – $a_{сир.4}^{в.ковб.}$ [%]; сіль – $a_{сир.5}^{в.ковб.}$ [%]; перець – $a_{сир.6}^{в.ковб.}$ [%]; вода – $a_{сир.7}^{в.ковб.}$ [%]; кардамон – $a_{сир.8}^{в.ковб.}$ [%]. Визначити загальну кількість сировини, кількість основної та додаткової сировини за видами, а також масу фаршу, що необхідна для виробництва $M_{г.пр.}^{в.ковб.}$ [кг] вареної ковбаси за зміну. Завдання виконують у відповідності до варіанту згідно з Додатком Ж (таблиця Ж.3, таблиця Ж.4).

Контрольні запитання

1. Як розраховується жива маса ВРХ, ДРХ та свиней?
2. Як розраховується кількість голів худоби, що переробляють за зміну?
3. Як розраховується середньозважений вихід готової продукції?
4. Як розраховується кількість солі, цукру та нітриту натрію, що необхідна для приготування розсолу?
5. Як розраховується загальна кількість основної сировини для виробництва ковбаси?

Використані джерела: [1б, 2б, 3б, 5б, 7д].

Практичне заняття № 10
Технологічні розрахунки у консервному виробництві

Мета: навчитися проводити технологічні розрахунки для консервного виробництва.

Порядок виконання роботи

Умова. Визначити вміст сухих речовин та жиру у консервах "Баклажани, фаршировані овочами у томатному соусі". Рецептура консервів: баклажани обсмажені – $S_{сир.}^{бакл.} = 40{,}0\%$; фарш овочевий – $S_{г.пр.}^{фарш} = 25{,}0\%$; томатний соус – $S_{сир.}^{т.с.} = 33{,}4\%$; олія – $S_{сир.}^{ол.} = 1{,}6\%$. Рецептура фаршу овочевого: морква обсмажена – $S_{сир.}^{морква} = 76\%$; білі корені обсмажені – $S_{сир.}^{б.кор.} = 8\%$; цибуля обсмажена – $S_{сир.}^{циб.} = 11\%$; зелень свіжа – $S_{сир.}^{зел.} = 3\%$; сіль – $S_{сир.}^{сіл.} = 2\%$. Вміст сухої речовини та жиру у компонентах консервів, а також видимі втрати під час обсмажування компонентів і ступінь вбирання олії обсмаженими овочами представлено у таблиці 10.1.

Таблиця 10.1 – Вміст сухої речовини та жиру у компонентах консервів, а також видимі втрати під час обсмажування і ступінь вбирання олії овочами

Компонент	Вміст сухої речовини у сировині $C_{сир.}$, %	Вміст жиру у сировині $Ж_{сир.}$, %	Видимі втрати під час обсмажування $B_{вид.}$, %	Вбирання олії обсмаженими овочами $a_{ол.}$, %
Морква обсмажена	12	12	50	12
Білі корені обсмажені	20	13	13	13
Цибуля обсмажена	13	27	50	27
Зелень свіжа	10	-	-	-
Сіль	95	-	-	-
Томатний соус	17	-	-	-
Баклажани обсмажені	6,5	6	35	11

Розв'язок

Обчислимо вміст сухої речовини у обсмажених компонентах консервів:
- у баклажанах обсмажених:

$$C_{обсм.}^{бакл.}=\frac{C_{сир.}^{бакл.}\cdot 100}{100-B_{вид.}^{бакл.}}+a_{ол.}^{бакл.}=\frac{6,5\cdot 100}{100-35}+11=21\,\%;$$

- у моркві обсмаженій:

$$C_{обсм.}^{морква}=\frac{C_{сир.}^{морква}\cdot 100}{100-B_{вид.}^{морква}}+a_{ол.}^{морква}=\frac{12\cdot 100}{100-50}+12=36\,\%;$$

- у білому корені обсмаженому:

$$C_{обсм.}^{б.кор.}=\frac{C_{сир.}^{б.кор.}\cdot 100}{100-B_{вид.}^{б.кор.}}+a_{ол.}^{б.кор.}=\frac{20\cdot 100}{100-35}+13=43,8\,\%;$$

- у цибулі обсмаженій:

$$C_{обсм.}^{циб.}=\frac{C_{сир.}^{циб.}\cdot 100}{100-B_{вид.}^{циб.}}+a_{ол.}^{циб.}=\frac{13\cdot 100}{100-50}+27=53\,\%.$$

Обчислимо вміст сухої речовини у фарші овочевому:

$$C_{г.пр.}^{фарш}=\frac{S_{сир.}^{морква}C_{обсм.}^{морква}+S_{сир.}^{б.кор.}C_{обсм.}^{б.кор.}+S_{сир.}^{циб.}C_{обсм.}^{циб.}+S_{сир.}^{зел.}C_{сир.}^{зел.}+S_{сир.}^{сіл.}C_{сир.}^{сіл.}}{100}=$$

$$=\frac{76\cdot 36+8\cdot 43,8+11\cdot 53+3\cdot 10+2\cdot 95}{100}=38,9\,\%.$$

Обчислимо вміст сухої речовини у консервах:

$$C_{г.пр.}^{конс.}=\frac{S_{сир.}^{бакл.}C_{обсм.}^{бакл.}+S_{г.пр.}^{фарш}C_{г.пр.}^{фарш}+S_{сир.}^{т.с.}C_{сир.}^{т.с.}+S_{сир.}^{ол.}C_{сир.}^{ол.}}{100}=$$

$$=\frac{40\cdot 21+25\cdot 38,9+33,4\cdot 17+1,6\cdot 100}{100}=25,4\,\%.$$

Обчислимо вміст жиру у фарші овочевому:

$$Ж_{г.пр.}^{фарш}=\frac{S_{сир.}^{морква}Ж_{сир.}^{морква}+S_{сир.}^{б.кор.}Ж_{сир.}^{б.кор.}+S_{сир.}^{циб.}Ж_{сир.}^{циб.}}{100}=$$

$$=\frac{76\cdot 12+8\cdot 13+11\cdot 27}{100}=13,13\,\%.$$

Обчислимо вміст жиру у консервах:

$$Ж_{г.пр.}^{конс.}=\frac{S_{сир.}^{бакл.}Ж_{сир.}^{бакл.}+S_{г.пр.}^{фарш}Ж_{г.пр.}^{фарш}+S_{сир.}^{ол.}Ж_{сир.}^{ол.}}{100}=$$

$$=\frac{40\cdot 6+25\cdot 13,13+1,6\cdot 100}{100}=7,28\,\%.$$

Умова. Продуктивність лінії консервів “Баклажани з овочевим фаршем у томатному соусі” 8 туб за годину. Фасування відбувається у жерстяні банки №12 (перевідний коефіцієнт для даної фізичної банки K = 1,598). Рецептура та дані для розрахунку представлені у таблиці 10.2 та таблиці 10.3. Втрати томатного соусу

під час розливу складають 5%, солі, цукру та прянощів – 1%. Визначити норми витрат сировини і матеріалів на 1 туб. Також встановити кількість основної сировини (баклажани, морква, білі корені, цибуля та зелень), що надійшла на кожну технологічну операцію, та її втрати і відходи у кг з розрахунку на 8 туб.

Таблиця 10.2 – Співвідношення компонентів під час фасування у банки

Компоненти	Вміст компонентів $S_{сир.}$, %	Кількість компоненту в одній умовній банці $m_{сир.рец.}$, г
Консерви		
Баклажани обсмажені Фарш овочевий Томатний соус	55 10 35	184,25 33,50 117,25
Всього	100	335,00
Фарш овочевий		
Морква обсмажена Білі корені обсмажені Цибуля обсмажена Зелень Сіль	76 8 11 3 2	25,46 2,68 3,68 1,00 0,68
Всього	100	33,50
Томатний соус		
Томатна пульпа 8%-а Борошно Цукор Сіль Перець гіркий Перець духмяний	87,65 2,10 6,20 4,00 0,02 0,03	102,77 2,46 7,28 4,69 0,02 0,03
Всього	100	117,25

Таблиця 10.3 – Втрати сировини за операціями

Технологічні операції	Втрати сировини p, %				
	Баклажани	Морква	Білі корені	Цибуля	Зелень
Зберігання	1	1	1	1	2
Очищення, миття, нарізування, просіювання	8	10,5	23	17	31
Обсмажування	30 + 5	45 + 2	35	45 + 2	-
Охолодження	3	2	2	2	-
Фасування	1	1	1	1	1
Вкладання в банки	-	-	-	-	-

Норма витрат олії складається з витрат її на обсмажування баклажанів, моркви, білих коренів, цибулі та втрат під час обсмажування. Ступінь вбирання олії під час обсмажування (вміст олії в обсмаженій сировині): баклажанами – $a_{ол.}^{бакл.}$ = 22%; морквою – $a_{ол.}^{морква}$ = 12%; білими коренями – $a_{ол.}^{б.кор.}$ = 13%; цибулею – $a_{ол.}^{циб.}$ = 27%. Втрати олії під час обсмажування p = 6%.

Розв'язок

Визначимо витрати сировини та матеріалів на 1 туб:

- баклажанів:

$$m_{сир.}^{бакл.} = \frac{m_{сир.рец.}^{бакл.} \cdot 100^6}{(100-p_1)(100-p_2)(100-p_3)(100-p_4)(100-p_5)(100-p_6)} =$$

$$= \frac{184,25 \cdot 100^6}{(100-1)(100-8)(100-30)(100-5)(100-3)(100-1)} = 316,8 \text{ кг};$$

- моркви:

$$m_{сир.}^{морква} = \frac{m_{сир.рец.}^{морква} \cdot 100^6}{(100-p_1)(100-p_2)(100-p_3)(100-p_4)(100-p_5)(100-p_6)} =$$

$$= \frac{25,46 \cdot 100^6}{(100-1)(100-10,5)(100-45)(100-2)(100-2)(100-1)} = 55 \text{ кг};$$

- білих коренів:

$$m_{сир.}^{б.кор.} = \frac{m_{сир.рец.}^{б.кор.} \cdot 100^5}{(100-p_1)(100-p_2)(100-p_3)(100-p_4)(100-p_5)} =$$

$$= \frac{2,68 \cdot 100^5}{(100-1)(100-23)(100-35)(100-2)(100-1)} = 5,5 \text{ кг};$$

- цибулі:

$$m_{сир.}^{циб.} = \frac{m_{сир.рец.}^{циб.} \cdot 100^6}{(100-p_1)(100-p_2)(100-p_3)(100-p_4)(100-p_5)(100-p_6)} =$$

$$= \frac{3,68 \cdot 100^6}{(100-1)(100-17)(100-45)(100-2)(100-2)(100-1)} = 8,6 \text{ кг};$$

- зелені:

$$m_{сир.}^{зел.} = \frac{m_{сир.рец.}^{зел.} \cdot 100^3}{(100-p_1)(100-p_2)(100-p_3)} = \frac{1 \cdot 100^3}{(100-2)(100-31)(100-1)} = 1,5 \text{ кг};$$

- томатної пульпи:

$$m_{сир.}^{т.п.} = \frac{m_{сир.рец.}^{т.п.} \cdot 100^1}{(100-p_1)} = \frac{102,77 \cdot 100^3}{(100-5)} = 108,2 \text{ кг};$$

- борошна:

$$m_{сир.}^{бор.} = \frac{m_{сир.рец.}^{бор.} \cdot 100^1}{(100 - p_1)} = \frac{2,46 \cdot 100^1}{(100 - 5)} = 2,6 \text{ кг};$$

- цукру:

$$m_{сир.}^{цукр.} = \frac{m_{сир.рец.}^{цукр.} \cdot 100^2}{(100 - p_1)(100 - p_2)} = \frac{7,28 \cdot 100^2}{(100 - 1)(100 - 5)} = 7,7 \text{ кг};$$

- сіль:

$$m_{сир.}^{сіл.} = \frac{m_{сир.рец.1}^{сіл.} \cdot 100^1}{(100 - p_{11})} + \frac{m_{сир.рец.2}^{сіл.} \cdot 100^1}{(100 - p_{12})} = \frac{0,68 \cdot 100^1}{(100 - 1)} + \frac{4,69 \cdot 100^1}{(100 - 5)} = 1,6 \text{ кг};$$

- перець гіркий:

$$m_{сир.}^{пер.г.} = \frac{m_{сир.рец.}^{пер.г.} \cdot 100^1}{(100 - p_1)} = \frac{0,02 \cdot 100^1}{(100 - 1)} = 0,0202 \text{ кг};$$

- перець духмяний:

$$m_{сир.}^{пер.д.} = \frac{m_{сир.рец.}^{пер.д.} \cdot 100^1}{(100 - p_1)} = \frac{0,03 \cdot 100^1}{(100 - 1)} = 0,0303 \text{ кг};$$

- олії:

$$m_{сир.}^{ол.} = \frac{m_{сир.рец.}^{бакл.} a_{ол.}^{бакл.} + m_{сир.рец.}^{морква} a_{ол.}^{морква} + m_{сир.рец.}^{б.кор.} a_{ол.}^{б.кор.} + m_{сир.рец.}^{циб.} a_{ол.}^{циб.}}{(100 - p)} =$$

$$= \frac{184,25 \cdot 22 + 25,46 \cdot 12 + 2,68 \cdot 13 + 3,68 \cdot 27}{(100 - 6)} = 46,7 \text{ кг}.$$

Визначимо кількість баклажанів, що надійшли на кожну технологічну операцію, та їх втрати і відходи у кг з розрахунку на 8 туб.

Кількість баклажанів, що надійшла на зберігання:

$$m_{збер.}^{бакл.} = m_{сир.}^{бакл.} \cdot 8 = 316,8 \cdot 8 = 2534,4 \text{ кг}.$$

Втрати баклажанів під час зберігання:

$$B_{збер.}^{бакл} = m_{збер.}^{бакл.} p_1 / 100 = 2534,4 \cdot 1 / 100 = 25,3 \text{ кг}.$$

Кількість баклажанів, що надійшла на очистку, миття та нарізування:

$$m_{оч.}^{бакл.} = m_{збер.}^{бакл.} - B_{збер.}^{бакл.} = 2534,4 - 25,3 = 2509,1 \text{ кг}.$$

Втрати баклажанів під час очистки, миття та нарізування:

$$B_{оч.}^{бакл} = m_{оч.}^{бакл.} p_2 / 100 = 2509,1 \cdot 8 / 100 = 200,7 \text{ кг}.$$

Кількість баклажанів, що надійшла на обсмажування:

$$m_{обсм.}^{бакл.} = m_{оч.}^{бакл.} - B_{оч.}^{бакл.} = 2509,1 - 200,7 = 2308,4 \text{ кг}.$$

Втрати баклажанів під час обсмажування:

$$B_{обсм.1}^{бакл} = m_{обсм.}^{бакл.} p_{31} / 100 = 2308,4 \cdot 30 / 100 = 692,5 \text{ кг};$$

$$B_{обсм.2}^{бакл} = (m_{обсм.}^{бакл.} - B_{обсм.1}^{бакл}) p_{32} / 100 = (2308,4 - 692,5) \cdot 5 / 100 = 80,8 \text{ кг}.$$

Кількість баклажанів, що надійшла на охолодження:

$$m_{ох.}^{бакл.} = m_{обсм.}^{бакл.} - B_{обсм.1}^{бакл.} - B_{обсм.2}^{бакл.} = 2308,4 - 692,5 - 80,8 = 1535,1 \text{ кг.}$$

Втрати баклажанів під час охолодження:

$$B_{ох.}^{бакл} = m_{ох.}^{бакл.} p_4 / 100 = 1535,1 \cdot 3 / 100 = 46,1 \text{ кг.}$$

Кількість баклажанів, що надійшла на фасування:

$$m_{фас.}^{бакл.} = m_{ох.}^{бакл.} - B_{ох.}^{бакл.} = 1535,1 - 46,1 = 1489 \text{ кг.}$$

Втрати баклажанів під час фасування:

$$B_{фас.}^{бакл} = m_{фас.}^{бакл.} p_5 / 100 = 1489 \cdot 1 / 100 = 14,9 \text{ кг.}$$

Кількість баклажанів, що надійшла на вкладання у банки:

$$m_{вкл.}^{бакл.} = m_{фас.}^{бакл.} - B_{фас.}^{бакл.} = 1489 - 14,9 = 1474,1 \text{ кг.}$$

Перевірку розрахунків здійснимо, визначивши вихід продукції у туб:

$$n_{туб} = m_{вкл.}^{бакл.} / m_{сир.рец.}^{бакл.} = 1489 / 184,25 = 8 \text{ туб;}$$

$$n_{бан.} = n_{туб.} \cdot 1000 / K = 8000 / 1,598 = 5006 \text{ фізичних банок.}$$

Отже, обчислення проведено правильно.

Одержані дані під час розрахунку кількості баклажанів, що надійшли на кожну технологічну операцію, та їх втрати і відходи у кг на кожній технологічній операції з розрахунку на 8 туб записують до таблиці 8.4. Розрахунки для іншої основної сировини (морква, білі корені, цибуля та зелень) проводять аналогічно та результати розрахунків записують до таблиці 10.4.

Таблиця 10.4 – Кількість сировини з розрахунку на 8 туб

Технологічна операція	Баклажани		Морква		Білі корені		Цибуля		Зелень	
	$m_{т.оп.}^{бакл.}$	$B_{т.оп.}^{бакл.}$	$m_{т.оп.}^{морква}$	$B_{т.оп.}^{морква}$	$m_{т.оп.}^{б.кор.}$	$B_{т.оп.}^{б.кор.}$	$m_{т.оп.}^{циб.}$	$B_{т.оп.}^{циб.}$	$m_{т.оп.}^{зел.}$	$B_{т.оп.}^{зел.}$
Зберігання	2534,4	25,3	440,0	4,4	44,0	0,4	68,8	0,7	12,0	0,2
Очищення, миття та нарізування	2509,1	200,7	435,6	45,7	43,6	10,0	68,1	11,5	11,8	3,7
Обсмажування	2308,4	692,5 +80,8	389,9	175,4 +4,3	33,6	11,7	56,6	25,4+ 0,6	-	-
Охолодження	1535,1	46,1	210,2	4,2	21,9	0,4	30,5	0,6	-	-
Фасування	1489,0	14,9	206,0	2,0	21,5	0,2	29,9	0,3	8,1	0,1
Вкладання в банки	1474,1	-	204,0	-	21,3	-	29,6	-	8,0	-
Вихід, туб	8									
Вихід, фізичні банки	5006									

Завдання

Завдання 1. Визначити вміст сухих речовин та жиру у консервах "Кабачки у томатному соусі". Рецептура консервів: кабачки обсмажені – $S_{сир.}^{каб.}$ [%]; морква обсмажена – $S_{сир.}^{морква}$ [%]; білі корені обсмажені – $S_{сир.}^{б.кор.}$ [%]; цибуля обсмажена – $S_{сир.}^{циб.}$ [%]; зелень свіжа – $S_{сир.}^{зел.}$ [%]; сіль – $S_{сир.}^{сіл.}$ [%]; цукор – $S_{сир.}^{цук.}$ [%]; прянощі – $S_{сир.}^{прян.}$ [%]; томатний соус – $S_{сир.}^{т.с.}$ [%]; олія – $S_{сир.}^{ол.}$ [%]. Рецептура томатного соусу: томатна пульпа – $S_{сир.}^{т.п.}$ [%]; борошно – $S_{сир.}^{бор.}$ [%]; цукор – $S_{сир.}^{цук.}$ [%]; сіль – $S_{сир.}^{сіл.}$ [%]; перець – $S_{сир.}^{пер.}$ [%]. Вміст сировини у консервах та томатному соусі вибирають згідно з варіантом у Додатку З (таблиця З.1, таблиця З.2). Вміст сухої речовини та жиру у компонентах консервів та томатного соусу, а також видимі втрати під час обсмажування компонентів і ступінь вбирання олії обсмаженими овочами подано у таблиці 10.1 (дані для обсмажених кабачків такі самі як і для обсмажених баклажанів). Вміст сухих речовин: томатна пульпа – 8%; цукор – 99,85%; борошно – 85,5%; перець – 90%; прянощі – 90%.

Завдання 2. Продуктивність лінії консервів "Перець, фарширований овочами" N туб за годину. Фасування відбувається у жерстяні банки № N. Дані для розрахунку подані у Додатку З (рецептура консервів – у таблиці З.3, рецептура фаршу овочевого – у таблиці З.4, рецептура томатного соусу – у таблиці З.2, продуктивність лінії N [туб/год.] і номер банки № N – у таблиці З.6). Втрати сировини: томатного соусу – $p = 5\%$; солі, цукру та перцю (гіркого і духмяного) – $p = 1\%$. Втрати та відходи сировини p під час технологічних операцій подані у Додатку З (таблиця З.5).

Визначити норми витрат сировини і матеріалів на 1 туб. Також встановити кількість основної сировини (перець, морква, білі корені, цибуля, зелень та борошно), що надійшла на кожну технологічну операцію, та її втрати і відходи у кг з розрахунку на N туб. Норма витрат олії містить її витрати на заливку безпосередньо в банки (на 1 туб витрачають 6,7 кг олії) та обсмажування моркви, білих коренів, цибулі, а також втрат під час обсмажування. Ступінь вбирання олії під час обсмажування (вміст олії в обсмаженій сировині): морквою – $a_{ол.}^{морква} = 12\%$; білими коренями – $a_{ол.}^{б.кор.} = 13\%$; цибулею – $a_{ол.}^{циб.} = 27\%$. Втрати олії під час: заливки в банки – $p = 1\%$; обсмажування – $p = 6\%$.

Контрольні запитання

1. Як обчислюють вміст сухої речовини в обсмажених компонентах?
2. Як обчислюють вміст жиру у консервах?
3. Як обчислюють втрати сировини під час технологічних операцій?

Використані джерела: [1б–3б].

Практичне заняття № 11
Технологічні розрахунки виробництва безалкогольних напоїв

Мета: навчитися проводити технологічні розрахунки для виробництва безалкогольних напоїв.

Порядок виконання роботи

Умова. Розрахувати необхідну кількість сировини та проміжних продуктів для виробництва безалкогольних напоїв “Лимонад” та “Яблучний” для заводу продуктивністю: напою “Лимонад” – $Q_{т.л.}^{лим.} = 100$ тис. дал / рік; напою “Яблучний” – $Q_{т.л.}^{ябл.} = 100$ тис. дал /рік. Витрати цукру на 100 дал кожного напою: “Лимонад” – $m_{цукр.}^{рец.лим.} = 120$ кг; “Яблучний” – $m_{цукр.}^{рец.ябл.} = 110$ кг. Вміст сухих речовин у цукрі $S_{цукр.} = 99{,}86$ %. Витрата яблучного соку на виготовлення 100 дал напою “Яблучний” – $V_{сік}^{рец.ябл.} = 140$ л. Маса сухих речовин в 1 л яблучного соку – $m_{сік}^{с.р./л.ябл.} = 0{,}098$ кг/л. Витрата композиції “Лимонад” на виготовлення 100 дал напою “Лимонад” – $V_{композ.}^{рец.лим.} = 5$ л. Витрата спирту на виготовлення 100 дал напою “Яблучний” – $V_{спирт}^{рец.ябл.} = 0{,}05$ л. Витрата ваніліну на виготовлення 100 дал напою “Яблучний” – $m_{ван.}^{рец.ябл.} = 0{,}01$ кг. Маса лимонної кислоти, що міститься у 100 дал напою згідно з рецептурою: у напої “Лимонад” – $m_{кис.}^{рец.лим.} = 1400$ г; у напої “Яблучний” – $m_{кис.}^{рец.ябл.} = 1400$ г. Маса лимонної кислоти, що потрібна для нейтралізування солей води на 100 дал напою: напій “Лимонад” – $m_{кис.}^{н.с.лим.} = 210{,}5$ г; напій “Яблучний” – $m_{кис.}^{н.с.ябл.} = 180$ г. Маса лимонної кислоти, що додається з яблучним соком на 100 дал напою – $m_{кис.}^{сік.ябл.} = 1204$ г. Витрати зрідженого вуглекислого газу за рецептурою на 100 дал напоїв “Лимонад” та “Яблучний” – $m_{в.г.}^{рец.лим./ябл.} = 20$ кг. Витрати колеру за рецептурою на 100 дал напою: напій “Лимонад” – $m_{кол.}^{рец.лим.} = 1$ кг; напій “Яблучний” – $m_{кол.}^{рец.ябл.} = 0{,}5$ кг. Вміст сухих речовин у колері – $S_{кол.} = 70$ %. Густина цукрового сиропу концентрацією 65% – $\rho_{сироп}^{лим./ябл.} = 1{,}319$ кг/л. Густина 50% розчину лимонної кислоти – $\rho_{роз.кис.}^{лим./ябл.} = 1{,}2204$ кг/л. Густина розчину колеру – $\rho_{роз.кол.}^{лим./ябл.} = 1{,}047$ кг/л. Густина води питної – $\rho_{вод.} = 1000$ кг/м^3.

Розв’язок

Витрати цукру, що необхідні для випуску заданого об’єму продукції за рік:
- для напою “Лимонад”:

$$m_{цукр.}^{лим.} = \frac{Q_{т.л.}^{лим.} m_{цукр.}^{рец.лим.}}{100} = \frac{100000 \cdot 120}{100} = 120000 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{цукр.}^{ябл.} = \frac{Q_{т.л.}^{ябл.} m_{цукр.}^{рец.ябл.}}{100} = \frac{100000 \cdot 110}{100} = 110000 \text{ кг}.$$

Кількість сухих речовин у цукрі:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{цукр.}^{с.р.лим.} = m_{цукр.}^{лим.} \frac{S_{цукр.}}{100} = \frac{120000 \cdot 99,86}{100} = 119832 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{цукр.}^{с.р.ябл.} = m_{цукр.}^{ябл.} \frac{S_{цукр.}}{100} = \frac{110000 \cdot 99,86}{100} = 109846 \text{ кг}.$$

Витрата яблучного соку, що необхідна для випуску напою “Яблучний”:

$$V_{сік}^{ябл.} = \frac{Q_{т.л.}^{ябл.} V_{сік}^{рец.ябл.}}{100} = \frac{100000 \cdot 140}{100} = 140000 \text{ л} = 140 \text{ м}^3.$$

Кількість сухої речовини у яблучному соку:

$$m_{сік}^{с.р.ябл.} = V_{сік}^{ябл.} m_{сік}^{с.р./л.ябл.} = 140000 \cdot 0,098 = 13720 \text{ кг}.$$

Витрата композиції “Лимонад”, що необхідна для випуску напою “Лимонад”:

$$V_{комп.}^{лим.} = \frac{Q_{т.л.}^{лим.} V_{композ.}^{рец.лим.}}{100} = \frac{100000 \cdot 5}{100} = 5000 \text{ л}.$$

Витрата спирту, що необхідний для випуску напою “Яблучний”:

$$V_{спирт}^{ябл.} = \frac{Q_{т.л.}^{ябл.} V_{спирт}^{рец.ябл.}}{100} = \frac{100000 \cdot 0,05}{100} = 50 \text{ л}.$$

Витрата ваніліну, що необхідний для випуску напою “Яблучний”:

$$m_{ван.}^{ябл.} = \frac{Q_{т.л.}^{ябл.} m_{ван.}^{рец.ябл.}}{100} = \frac{100000 \cdot 0,01}{100} = 10 \text{ кг}.$$

Витрати лимонної кислоти на 100 дал напою:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{кис.}^{лим.} = m_{кис.}^{рец.лим.} + m_{кис.}^{н.с.лим.} = 1400 + 210,5 = 1610,5 \text{ г};$$

- для напою “Яблучний”:

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

Витрати лимонної кислоти на 100 дал напою у перерахунку на товарну кислоту, що містить $S_{кис.} = 90,5\%$ сухих речовин:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{кис.}^{тов.лим.} = m_{кис.}^{лим.} \frac{100}{S_{кис.}} = 1610,5 \cdot \frac{100}{90,5} = 1779,6 \text{ г};$$

- для напою “Яблучний”:

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

Витрати вуглекислого газу на випуск продукції:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{в.г.}^{лим.} = \frac{Q_{т.л.}^{лим.} m_{в.г.}^{рец.лим.}}{100} = \frac{100000 \cdot 20}{100} = 20000 \text{ кг;}$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{в.г.}^{ябл.} = \frac{Q_{т.л.}^{ябл.} m_{в.г.}^{рец.ябл.}}{100} = \frac{100000 \cdot 20}{100} = 20000 \text{ кг.}$$

Витрати колеру на випуск продукції:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{кол.}^{лим.} = \frac{Q_{т.л.}^{лим.} m_{кол.}^{рец.лим.}}{100} = \frac{100000 \cdot 1}{100} = 1000 \text{ кг;}$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{кол.}^{ябл.} = \frac{Q_{т.л.}^{ябл.} m_{кол.}^{рец.ябл.}}{100} = \frac{100000 \cdot 0,5}{100} = 500 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин у колері:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{кол.}^{с.р.лим.} = m_{кол.}^{лим.} \frac{S_{кол.}}{100} = 1000 \cdot \frac{70}{100} = 700 \text{ кг;}$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{кол.}^{с.р.ябл.} = m_{кол.}^{ябл.} \frac{S_{кол.}}{100} = 500 \cdot \frac{70}{100} = 350 \text{ кг.}$$

Для приготування колеру (вихід 105% від маси цукру) необхідно цукру:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{цукр.}^{кол.лим.} = m_{кол.}^{лим.} \frac{100}{105} = 1000 \cdot \frac{100}{105} = 952,4 \text{ кг;}$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{цукр.}^{кол.ябл.} = m_{кол.}^{ябл.} \frac{100}{105} = 500 \cdot \frac{100}{105} = 476,2 \text{ кг.}$$

Для двох напоїв готують білий інвертний сироп концентрацією 65% від маси. Витрати цукру за розрахунками для приготування сиропу становлять: для напою “Лимонад” $m_{цукр.}^{лим.} = 120000$ кг або $m_{цукр.}^{с.р.лим.} = 119832$ кг сухих речовин; для напою “Яблучний” $m_{цукр.}^{ябл.} = 110000$ кг або $m_{цукр.}^{с.р.ябл.} = 109846$ кг сухих речовин. Для інвертування сахарози до сиропу додають $m_{кис.}^{цукр.лим./ябл.} = 100$ г лимонної кислоти на кожні 100 кг цукру, що на всю масу цукру становить:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{кис.}^{сироп.лим.} = \frac{m_{кис.}^{цукр.лим.} m_{цукр.}^{лим.}}{100} = \frac{100 \cdot 120000}{100} = 120000 \text{ г} = 120 \text{ кг};$$

або сухих речовин:

$$m_{кис.}^{с.р.сироп.лим.} = m_{кис.}^{сироп.лим.} \frac{S_{кис.}}{100} = \frac{120 \cdot 90,5}{100} = 108,6 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{кис.}^{сироп.ябл.} = \frac{m_{кис.}^{цукр.ябл.} m_{цукр.}^{ябл.}}{100} = \frac{100 \cdot 110000}{100} = 110000 \text{ г} = 110 \text{ кг};$$

або сухих речовин:

$$m_{кис.}^{с.р.сироп.ябл.} = m_{кис.}^{сироп.ябл.} \frac{S_{кис.}}{100} = \frac{110 \cdot 90,5}{100} = 99,6 \text{ кг}.$$

У процесі інверсії 45% сахарози кількість сухих речовин у сиропі збільшиться і становитиме до маси сухої речовини сахарози 102,37%, тобто:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{цукр.}^{с.р.лим.*} = m_{цукр.}^{с.р.лим.} \frac{102,37}{100} = \frac{119832 \cdot 102,37}{100} = 122672 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{цукр.}^{с.р.ябл.*} = m_{цукр.}^{с.р.ябл.} \frac{102,37}{100} = \frac{109846 \cdot 102,37}{100} = 112449,4 \text{ кг}.$$

Всього в сиропі міститься сухих речовин:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{сироп}^{с.р.лим.} = m_{цукр.}^{с.р.лим.*} + m_{кис.}^{с.р.сироп.лим.} = 122672 + 108,6 = 122780,6 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{сироп}^{с.р.ябл.} = m_{цукр.}^{с.р.ябл.*} + m_{кис.}^{с.р.сироп.ябл.} = 112449,4 + 99,6 = 112549 \text{ кг}.$$

Під час варіння і транспортування сиропу втрачається 1,0% сухих речовин. Отже, в сиропі залишиться сухих речовин:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{сироп}^{с.р.лим.*} = 0,99 \cdot m_{сироп}^{с.р.лим.} = 0,99 \cdot 122780,6 = 121552,8 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{сироп}^{с.р.ябл.*} = 0,99 \cdot m_{сироп}^{с.р.ябл.} = 0,99 \cdot 112549 = 111423,5 \text{ кг}.$$

Визначимо кількість цукрового сиропу концентрацією 65%:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{сироп}^{лим.} = m_{сироп}^{с.р.лим.*} \frac{100}{65} = 121552,8 \cdot \frac{100}{65} = 187004,3 \text{ кг};$$

або об’єм:

$$V_{сироп}^{лим.} = \frac{m_{сироп}^{лим.}}{\rho_{сироп}^{лим.}} = \frac{187004,3}{1,319} = 141777,3 \text{ л} \approx 141,8 \text{ м}^3;$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{сироп}^{ябл.} = m_{сироп}^{с.р.ябл.*} \frac{100}{65} = 111423,5 \cdot \frac{100}{65} = 171420,8 \text{ кг.}$$

або об’єм:

$$V_{сироп}^{ябл.} = \frac{m_{сироп}^{ябл.}}{\rho_{сироп}^{ябл.}} = \frac{171420,8}{1,319} = 129962,7 \text{ л} \approx 130 \text{ м}^3.$$

В 1 л сиропу міститься сухих речовин:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{сироп}^{с.р./л.лим.} = \frac{m_{сироп}^{с.р.лим.*}}{V_{сироп}^{лим.}} = \frac{121552,8}{141777,3} = 0,857 \text{ кг;}$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{сироп}^{с.р./л.ябл.} = \frac{m_{сироп}^{с.р.ябл.*}}{V_{сироп}^{ябл.}} = \frac{111423,5}{129962,7} = 0,857 \text{ кг.}$$

Визначимо кількість води (масу та об’єм), що необхідна для варіння сиропу (із врахуванням 10% на випаровування):

- для напою “Лимонад”:

$$m_{вод.сироп}^{лим.} = (m_{сироп}^{лим.} - m_{сироп}^{с.р.лим.*}) \cdot \frac{100}{90} = (187004,3 - 121552,8) \cdot \frac{100}{90} = 72723,9 \text{ кг;}$$

$$V_{вод.сироп}^{лим.} = \frac{m_{вод.сироп}^{лим.}}{\rho_{вод.}} = \frac{72723,9}{1000} = 72,7 \text{ м}^3;$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{вод.сироп}^{ябл.} = (m_{сироп}^{ябл.} - m_{сироп}^{с.р.ябл.*}) \cdot \frac{100}{90} = (171420,8 - 111423,5) \cdot \frac{100}{90} = 66663,7 \text{ кг} = 66,7 \text{ м}^3;$$

$$V_{вод.сироп}^{ябл.} = \frac{m_{вод.сироп}^{ябл.}}{\rho_{вод.}} = \frac{66663,7}{1000} = 66,7 \text{ м}^3.$$

З лимонної кислоти готують 50% розчин. У розрахунковій кількості лимонної кислоти на всю кількість безалкогольного напою “Лимонад” ($m_{кис.}^{тов.лим.*} = \frac{m_{кис.}^{тов.лим.} Q_{т.л.}^{лим.}}{100} = \frac{1779,6 \cdot 100000}{100} = 1779600$ г = 1779,6 кг) міститься $m_{кис.}^{лим.*} = \frac{m_{кис.}^{лим.} Q_{т.л.}^{лим.}}{100} = \frac{1610,5 \cdot 100000}{100} = 1610500$ г = 1610,5 кг сухих речовин. У розрахунковій кількості лимонної кислоти на всю кількість безалкогольного напою “Яблучний” ($m_{кис.}^{тов.ябл.*} = \frac{m_{кис.}^{тов.ябл.} Q_{т.л.}^{ябл.}}{100} = \frac{415,4 \cdot 100000}{100} = 415400$ г = 415,4 кг) міститься $m_{кис.}^{ябл.*} = \frac{m_{кис.}^{ябл.} Q_{т.л.}^{ябл.}}{100} = \frac{376 \cdot 100000}{100} = 376000$ г = 376 кг сухих речовин.

Маса робочого розчину лимонної кислоти:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{роз.кис.}^{лим.} = m_{кис.}^{лим.*} \frac{100}{50} = 1610,5 \cdot \frac{100}{50} = 3221 \text{ кг};$$

або об’єм:

$$V_{роз.кис.}^{лим.} = \frac{m_{роз.кис.}^{лим.}}{\rho_{роз.кис.}^{лим.}} = \frac{3221}{1,2204} = 2639,3 \text{ л};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{роз.кис.}^{ябл.} = m_{кис.}^{ябл.*} \frac{100}{50} = 376 \cdot \frac{100}{50} = 752 \text{ кг};$$

або об’єм:

$$V_{роз.кис.}^{ябл.} = \frac{m_{роз.кис.}^{ябл.}}{\rho_{роз.кис.}^{ябл.}} = \frac{752}{1,2204} = 616,2 \text{ л}.$$

В 1 л робочого розчину лимонної кислоти міститься сухої речовини кислоти:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{роз.кис.}^{с.р./л.лим.} = \frac{m_{кис.}^{лим.*}}{V_{роз.кис.}^{лим.}} = \frac{1610,5}{2639,3} = 0,61 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{роз.кис.}^{с.р./л.ябл.} = \frac{m_{кис.}^{ябл.*}}{V_{роз.кис.}^{ябл.}} = \frac{376}{616,2} = 0,61 \text{ кг}.$$

Витрати води для приготування робочого розчину лимонної кислоти:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{вод.роз.кис.}^{лим.} = m_{роз.кис.}^{лим.} - m_{кис.}^{тов.лим.*} = 3221 - 1779,6 = 1441,4 \text{ кг (л)};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{вод.роз.кис.}^{ябл.} = m_{роз.кис.}^{ябл.} - m_{кис.}^{тов.ябл.*} = 752 - 415,4 = 336,6 \text{ кг (л)}.$$

Розчин колеру готують п’ятикратним розведенням його водою. Маса та об’єм робочого розчину колеру:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{роз.кол.}^{лим.} = 6 \cdot m_{кол.}^{лим.} = 6 \cdot 1000 = 6000 \text{ кг};$$

$$V_{роз.кол.}^{лим.} = \frac{m_{роз.кол.}^{лим.}}{\rho_{роз.кол.}^{лим.}} = \frac{6000}{1,047} = 5730,7 \text{ л};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{роз.кол.}^{ябл.} = 6 \cdot m_{кол.}^{ябл.} = 6 \cdot 500 = 3000 \text{ кг};$$

$$V_{роз.кол.}^{ябл.} = \frac{m_{роз.кол.}^{ябл.}}{\rho_{роз.кол.}^{ябл.}} = \frac{3000}{1,047} = 2865,3 \text{ л}.$$

В 1 л розчину колеру міститься колеру:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{роз.кол.}^{кол./л.лим.} = \frac{m_{кол.}^{лим.}}{V_{роз.кол.}^{лим.}} = \frac{1000}{5730,7} = 0,174 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{роз.кол.}^{кол./л.ябл.} = \frac{m_{кол.}^{ябл.}}{V_{роз.кол.}^{ябл.}} = \frac{500}{2865,3} = 0,174 \text{ кг}.$$

Витрата води для приготування колеру:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{вод.роз.кол.}^{лим.} = m_{роз.кол.}^{лим.} - m_{кол.}^{лим.} = 6000 - 1000 = 5000 \text{ кг (л)};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{вод.роз.кол.}^{ябл.} = m_{роз.кол.}^{ябл.} - m_{кол.}^{ябл.} = 3000 - 500 = 2500 \text{ кг (л)}.$$

Ванілін додають до купажу у вигляді спиртового розчину. На 1 л спиртового розчину додають 100 г ваніліну, тоді матимемо об’єм спиртового розчину ваніліну для напою “Яблучний”:

$$V_{роз.ван.}^{ябл.} = \frac{1 \cdot m_{ван.}^{ябл.} \cdot 1000}{100} = \frac{1 \cdot 10 \cdot 1000}{100} = 100 \text{ л}.$$

Витрати спирту для приготування ваніліну можна вважати приблизно рівними об’єму спиртового розчину ваніліну, тобто $V_{спирт.ван.}^{ябл.} \approx V_{роз.ван.}^{ябл.} = 100$ л.

Кількість продуктів, що надходять в купаж для газованих напоїв “Лимонад” і “Яблучний”, та кількість купажного сиропу для них, що одержана в результаті проведених обчислень, подана в таблиці 11.1.

Таблиця 11.1 – Кількість продуктів у купажному сиропі

Продукт	Кількість продукту, л		Сухих речовин, кг	
	Напій “Лимонад”	Напій “Яблучний”	Напій “Лимонад”	Напій “Яблучний”
Цукровий сироп	141777,3	129962,7	121552,8	111423,5
Соки і морси	-	140000	-	13720
Настої та есенції	5000	-	-	-
Вина	-	-	-	-
Розчин колеру	5730,7	2865,3	700	350
Розчин лимонної кислоти	2639,3	616,2	1610,5	376
Розчин ваніліну	-	100	-	10
Спирт	-	50	-	-
Всього ($V_{куп.сир.}^{лим./ябл.}$ / $m_{куп.сир.}^{с.р.лим./ябл.}$)	155147,3	273594,2	123863,3	125879,5

Втрати купажного сиропу $B_{куп.сир.}^{лим./ябл.}$ і сухих речовин $B_{куп.сир.}^{с.р.лим./ябл.}$ під час купажування і фільтрування становлять 1%, що від усієї кількості купажного сиропу становить:

- для напою “Лимонад”:

$$B_{куп.сир.}^{лим.} = 0,01 \cdot V_{куп.сир.}^{лим.} = 0,01 \cdot 155147,3 = 1551,5 \text{ л};$$

$$B_{куп.сир.}^{с.р.лим.} = 0,01 \cdot m_{куп.сир.}^{с.р.лим.} = 0,01 \cdot 123863,3 = 1238,6 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$B_{куп.сир.}^{ябл.} = 0,01 \cdot V_{куп.сир.}^{ябл.} = 0,01 \cdot 273594,2 = 2735,9 \text{ л};$$

$$B_{куп.сир.}^{с.р.ябл.} = 0,01 \cdot m_{куп.сир.}^{с.р.ябл.} = 0,01 \cdot 125879,5 = 1258,8 \text{ кг}.$$

Отже, об’єм купажного сиропу з урахуванням втрат:

- для напою “Лимонад”:

$$V_{куп.сир.}^{лим.*} = V_{куп.сир.}^{лим.} - B_{куп.сир.}^{лим.} = 155147,3 - 1551,5 = 153595,8 \text{ л} \approx 153,6 \text{ м}^3;$$

- для напою “Яблучний”:

$$V_{куп.сир.}^{ябл.*} = V_{куп.сир.}^{ябл.} - B_{куп.сир.}^{ябл.} = 273594,2 - 2735,9 = 270858,3 \text{ л} \approx 270,9 \text{ м}^3.$$

З урахуванням втрат, у купажному сиропі залишиться сухих речовин:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{куп.сир.}^{с.р.лим.*} = m_{куп.сир.}^{с.р.лим.} - B_{куп.сир.}^{с.р.лим.} = 123863,3 - 1238,6 = 122624,7 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{куп.сир.}^{с.р.ябл.*} = m_{куп.сир.}^{с.р.ябл.} - B_{куп.сир.}^{с.р.ябл.} = 125879,5 - 1258,8 = 124620,7 \text{ кг}.$$

В 1 л купажного сиропу міститься сухих речовин:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{куп.сир.}^{с.р./л.лим.} = \frac{m_{куп.сир.}^{с.р.лим.*}}{V_{куп.сир.}^{лим.*}} = \frac{122624,7}{153595,8} = 0,798 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{куп.сир.}^{с.р./л.ябл.} = \frac{m_{куп.сир.}^{с.р.ябл.*}}{V_{куп.сир.}^{ябл.*}} = \frac{124620,7}{270858,3} = 0,46 \text{ кг}.$$

Визначимо кількість газованої води, що необхідна для виробництва напоїв:

- для напою “Лимонад”:

$$V_{газ.вод.}^{лим.} = Q_{т.л.}^{лим.} \cdot 10 - V_{куп.сир.}^{лим.*} = 100000 \cdot 10 - 153595,8 = 846404,2 \text{ л} \approx 846,4 \text{ м}^3;$$

- для напою “Яблучний”:

$$V_{газ.вод.}^{ябл.} = Q_{т.л.}^{ябл.} \cdot 10 - V_{куп.сир.}^{ябл.*} = 100000 \cdot 10 - 270858,3 = 729141,7 \text{ л} \approx 729,1 \text{ м}^3.$$

З урахуванням 10% втрат газованої води під час сатурації та розливання, матимемо:

- для напою “Лимонад”:

$$V_{газ.вод.}^{лим.*} = V_{газ.вод.}^{лим.} \cdot \frac{100}{90} = \frac{846,4 \cdot 100}{90} = 940,4 \text{ м}^3;$$

- для напою “Яблучний”:

$$V_{газ.вод.}^{ябл.*} = V_{газ.вод.}^{ябл.} \cdot \frac{100}{90} = \frac{729,1 \cdot 100}{90} = 810,1 \text{ м}^3.$$

Втрати газованих напоїв під час розливання складають 2,5%. Тоді втрата сухих речовин у газованих напоях становитиме:

- для напою “Лимонад”:

$$B_{газ.нап.}^{с.р.лим.} = m_{куп.сир.}^{с.р.лим.*} \cdot \frac{2,5}{100} = 122624,7 \cdot \frac{2,5}{100} = 3065,6 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$B_{газ.нап.}^{с.р.ябл.} = m_{куп.сир.}^{с.р.ябл.*} \cdot \frac{2,5}{100} = 124620,7 \cdot \frac{2,5}{100} = 3115,5 \text{ кг}.$$

Отже, у газованих напоях залишиться сухих речовин:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{газ.нап.}^{с.р.лим.} = m_{куп.сир.}^{с.р.лим.*} - B_{газ.нап.}^{с.р.лим.} = 122624,7 - 3065,6 = 119559,1 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{газ.нап.}^{с.р.ябл.} = m_{куп.сир.}^{с.р.ябл.*} - B_{газ.нап.}^{с.р.ябл.} = 124620,7 - 3115,5 = 121505,2 \text{ кг}.$$

У виробництво надходить сухих речовин:

- для напою “Лимонад”:

$$m_{вироб.}^{с.р.лим.} = m_{куп.сир.}^{с.р.лим.} + 0,01 \cdot m_{сироп}^{с.р.лим.} = 123863,3 + 0,01 \cdot 122780,6 = 125091,1 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$m_{вироб.}^{с.р.ябл.} = m_{куп.сир.}^{с.р.ябл.} + 0,01 \cdot m_{сироп}^{с.р.ябл.} = 125879,5 + 0,01 \cdot 112549 = 127005 \text{ кг}.$$

У формулах для розрахунку кількості сухих речовин, що надходять у виробництва, перша складова – сухі речовини, які надійшли в купаж газованих напоїв (таблиця 11.1), а друга складова – втрати сухих речовин під час варіння цукрового сиропу, які складають 1,0%.

Загальні втрати сухих речовин визначають як різницю між кількістю сухих речовин, що надійшли у виробництво, і кількістю сухих речовин, які залишилися в напоях, тобто:

- для напою “Лимонад”:

$$B_{вироб.}^{с.р.лим.} = m_{вироб.}^{с.р.лим.} - m_{газ.нап.}^{с.р.лим.} = 125091,1 - 119559,1 = 5532 \text{ кг};$$

- для напою “Яблучний”:

$$B_{вироб.}^{с.р.ябл.} = m_{вироб.}^{с.р.ябл.} - m_{газ.нап.}^{с.р.ябл.} = 127005 - 121505,2 = 5499,8 \text{ кг}.$$

Отже, втрати сухих речовин у напоях під час виробництва у відсотках до сухих речовин, які надійшли у виробництво, становитимуть:

- для напою “Лимонад”:

$$B_{вироб.\%}^{с.р.лим.} = \frac{B_{вироб.}^{с.р.лим.}}{m_{вироб.}^{с.р.лим.}} \cdot 100\% = \frac{5532}{125091,1} \cdot 100\% = 4,42\%;$$

- для напою “Яблучний”:

$$B^{с.р.ябл.}_{вироб.\%} = \frac{B^{с.р.ябл.}_{вироб.}}{m^{с.р.ябл.}_{вироб.}} \cdot 100\% = \frac{5499,8}{127005} \cdot 100\% = 4,33\,\%.$$

Втрати сухих речовин у напоях “Лимонад” та “Яблучний” не перевищують допустимого значення, що для газованих напоїв становить 4,5%.

Розрахункова кількість сировини і проміжних продуктів виробництва газованих напоїв “Лимонад” та “Яблучний” представлена у таблиці 11.2.

Таблиця 11.2 – Зведена таблиця розрахунку виробництва газованих напоїв

Сировина, проміжний продукт	Одиниця вимірювання	Газований напій	
		“Лимонад”	“Яблучний”
Сировина			
Цукор	т	120,95	110,48
Соки і морси	м^3	-	140,0
Настої та есенції	дал	500	-
Вино	дал	-	-
Спирт	л	-	150
Ванілін	кг	-	10
Колер	кг	1000	500
Лимонна кислота	кг	1899,6	525,4
Вуглекислота	т	20	20
Вода (без газ. води)	м^3	79,1	69,5
Проміжні продукти			
Цукровий сироп	м^3	141,8	130,0
Розчин лимонної кислоти	л	2639,3	616,2
Розчин колеру	л	5730,7	2865,3
Розчин ваніліну	л	-	100,0
Купажний сироп	м^3	155,1	273,6
Газована вода	м^3	940,4	810,1

Завдання

Завдання. Розрахувати необхідну кількість сировини та проміжних продуктів для виробництва безалкогольного напою, що вибирають згідно з варіантом у Додатку К (таблиця К.1) для заводу із заданою продуктивністю за рік $Q^{нап.}_{т.л.}$ [тис. дал / рік]. Витрати рецептурних компонентів на 100 дал напою $m^{рец.нап.}_{комп.}$ [кг] або $V^{рец.нап.}_{комп.}$ [л] та вміст $S_{комп.}$ [%] або маса $m^{с.р./л.нап.}_{комп.}$ [кг/л] сухих речовин у них задані у Додатку К (таблиця К.2, таблиця К.3).

Для всіх варіантів: вміст сухих речовин у цукрі – $S_{цукр.} = 99{,}86$ %; вміст сухих речовин у колері – $S_{кол.} = 70$ %; витрата зрідженого вуглекислого газу за рецептурою на 100 дал напою – $m_{в.г.}^{рец.нап.} = 20$ кг; густина цукрового сиропу концентрацією 65% – $\rho_{сироп}^{нап.} = 1{,}319$ кг/л; густина 50% розчину лимонної кислоти – $\rho_{роз.кис.}^{нап.} = 1{,}2204$ кг/л; густина розчину колеру – $\rho_{роз.кол.}^{нап.} = 1{,}047$ кг/л; густина води – $\rho_{вод.} = 1000$ кг/м^3; втрати сировини та проміжних продуктів в процесі виробництва такі самі як у наведеному прикладі; цукровий сироп – білий інвертний сироп концентрацією 65% від маси; розчин лимонної кислоти 50%; розчин колеру готують п'ятикратним розведенням його водою; розчин ваніліну готують розведенням його у спирті із розрахунку на 1 л спирту 100 г ваніліну.

Контрольні запитання

1. Як розраховують об'єм купажного сиропу у виробництві газованих напоїв?
2. Як розраховують витрати фруктових соків, морсів, есенцій та вина у виробництві газованих напоїв?
3. Як розраховують витрату лимонної кислоти у виробництві газованих напоїв?
4. Як розраховують витрату колеру у виробництві газованих напоїв?
5. Як розраховують масу та об'єм розчинів лимонної кислоти, колеру та цукрового сиропу?

Використані джерела: [1б–3б].

Практичне заняття № 12
Технологічні розрахунки виробництва етилового спирту

Мета: навчитися проводити технологічні розрахунки для виробництва етилового спирту.

Порядок виконання роботи

Умова. Визначити кількість умовного крохмалю, що необхідна для одержання 100 дал безводного спирту, та технологічні втрати умовного крохмалю та безводного спирту під час виробництва спирту з картоплі, якщо вихід безводного спирту із 1 т умовного крохмалю становить: теоретичний – $V_{б.сп.}^{1т\ кр.т.} = 71{,}997$ дал; практичний – $V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.} = 66{,}5$ дал.

Розв'язок

Визначимо кількість умовного крохмалю із сировини, що необхідна для одержання 100 дал безводного спирту:

$$m_{кр.} = \frac{1000 \cdot 100}{V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.}} = \frac{1000 \cdot 100}{66{,}5} = 1503{,}8 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт роботи заводу:

$$K_{роб.} = \frac{V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.} \cdot 100}{V_{б.сп.}^{1т\ кр.т.}} = \frac{66{,}5 \cdot 100}{71{,}997} = 92{,}36\ \%.$$

Розрахуємо технологічні втрати умовного крохмалю під час виробництва спирту:

$$B_{кр.} = 100 - K_{роб.} = 100 - 92{,}36 = 7{,}64\ \%.$$

Втрати безводного спирту на виробництві:

$$B_{б.сп.} = \frac{m_{кр.} V_{б.сп.}^{1т\ кр.т.} B_{кр.}}{1000 \cdot 100} = \frac{1503{,}8 \cdot 71{,}997 \cdot 7{,}64}{1000 \cdot 100} = 8{,}27 \text{ дал.}$$

Умова. Визначити кількість картоплі, ячменю та проса, що необхідна для виробництва 100 дал безводного спирту. Практичний вихід безводного спирту з 1 т умовного крохмалю становить $V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.} = 66{,}5$ дал. Вміст крохмалю в сировині: картопля – $a_{кр.}^{карт.} = 19{,}8\ \%$; ячмінь – $a_{кр.}^{ячм.} = 55{,}0\ \%$; просо – $a_{кр.}^{пр.} = 50{,}0\ \%$. Засміченість та забрудненість сировини: картопля – $З_{карт.} = 4{,}0\ \%$; ячмінь – $З_{ячм.} = 5{,}0\ \%$; просо – $З_{пр.} = 5{,}0\ \%$. Витрата зерна на солод становить $a_{сол.}^{зерно} = 14{,}0\ \%$ від маси умовного крохмалю, яка надходить на виробництво. Відсоток ячмінного солоду в суміші з просом складає $a_{сол.}^{ячм.} = 70{,}0\ \%$. Втрати під час виробництва солоду становлять $B_{сол.} = 16{,}0\ \%$ від маси крохмалю солодового зерна. Коефіцієнти

переведення натурального крохмалю в умовний крохмаль для сировини: картопля – $K_{карт.}=1$; ячмінь – $K_{ячм.}=0,965$; просо – $K_{пр.}=0,982$.

Розв'язок

Визначимо кількість умовного крохмалю з сировини, що необхідна для одержання 100 дал безводного спирту:

$$m_{кр.}=\frac{1000\cdot 100}{V_{б.сп.}^{1т\ кр.л.}}=\frac{1000\cdot 100}{66,5}=1503,8\ \text{кг.}$$

Обчислимо кількість крохмалю, що надходить з ячменем:

$$m_{кр.}^{ячм.}=m_{кр.}\frac{a_{сол.}^{зерно.}}{100}\cdot\frac{a_{сол.}^{ячм.}}{100}\cdot\frac{a_{кр.}^{ячм.}}{100}\cdot\frac{(100-B_{сол.})}{100}=$$

$$=1503,8\cdot\frac{14}{100}\cdot\frac{70}{100}\cdot\frac{55}{100}\cdot\frac{(100-16)}{100}=68,08\ \text{кг.}$$

Обчислимо кількість умовного крохмалю, що надходить з ячменю:

$$m_{кр.}^{ячм.*}=m_{кр.}^{ячм.}K_{ячм.}=68,08\cdot 0,965=65,7\ \text{кг.}$$

Відсоток просяного солоду в суміші з ячменем складає:

$$a_{сол.}^{пр.}=100-a_{сол.}^{ячм.}=100-70=30\,\%.$$

Обчислимо кількість крохмалю, що надходить з просом:

$$m_{кр.}^{пр.}=m_{кр.}\frac{a_{сол.}^{зерно.}}{100}\cdot\frac{a_{сол.}^{пр.}}{100}\cdot\frac{a_{кр.}^{пр.}}{100}\cdot\frac{(100-B_{сол.})}{100}=$$

$$=1503,8\cdot\frac{14}{100}\cdot\frac{30}{100}\cdot\frac{50}{100}\cdot\frac{(100-16)}{100}=26,53\ \text{кг.}$$

Обчислимо кількість умовного крохмалю, що надходить з просом:

$$m_{кр.}^{пр.*}=m_{кр.}^{пр.}K_{пр.}=26,53\cdot 0,982=26,05\ \text{кг.}$$

Визначимо кількість умовного крохмалю, що надходить з солодом:

$$m_{кр.}^{сол.}=m_{кр.}^{ячм.*}+m_{кр.}^{пр.*}=65,7+26,05=91,75\ \text{кг.}$$

Обчислимо кількість умовного крохмалю, що надходить з картоплею:

$$m_{кр.}^{карт.*}=m_{кр.}-m_{кр.}^{сол.}=1503,8-91,75=1412,05\ \text{кг.}$$

Кількість крохмалю, що надходить з картоплею:

$$m_{кр.}^{карт.}=\frac{m_{кр.}^{карт.*}}{K_{карт.}}=\frac{1412,05}{1}=1412,05\ \text{кг.}$$

Визначимо кількість картоплі, що необхідна для виробництва 100 дал безводного спирту:

$$m_{карт.}=\frac{m_{кр.}^{карт.}\cdot 100}{a_{кр.}^{карт.}}\cdot\frac{100}{(100-З_{карт.})}=\frac{1412,05\cdot 100}{19,8}\cdot\frac{100}{(100-4)}=7428,71\ \text{кг.}$$

Визначимо кількість ячменю, що необхідна для виробництва 100 дал безводного спирту:

$$m_{ячм.} = \frac{m_{кр.}^{ячм.} \cdot 100}{a_{кр.}^{ячм.}} \cdot \frac{100}{(100 - З_{ячм.})} \cdot \frac{100}{(100 - B_{сол.})} =$$

$$= \frac{68,08 \cdot 100}{55} \cdot \frac{100}{(100-5)} \cdot \frac{100}{(100-16)} = 155,12 \text{ кг.}$$

Визначимо кількість проса, що необхідна для виробництва 100 дал безводного спирту:

$$m_{пр.} = \frac{m_{кр.}^{пр.} \cdot 100}{a_{кр.}^{пр.}} \cdot \frac{100}{(100 - З_{пр.})} \cdot \frac{100}{(100 - B_{сол.})} =$$

$$= \frac{26,53 \cdot 100}{50} \cdot \frac{100}{(100-5)} \cdot \frac{100}{(100-16)} = 66,49 \text{ кг.}$$

Умова. Спиртозавод переробляє: кукурудзи $m_{кук.} = 600$ т із вмістом крохмалю $a_{кр.}^{кук.} = 60\,\%$; картоплі $m_{карт.} = 1500$ т із вмістом крохмалю $a_{кр.}^{карт.} = 18\,\%$; цукрових буряків $m_{ц.б.} = 2000$ т із вмістом цукру $a_{цукор}^{ц.б.} = 14\,\%$; меляси цукрового буряка $m_{мел.} = 500$ т із вмістом цукру $a_{цукор}^{мел.} = 50\,\%$. Визначити скільки умовного крохмалю переробляє завод і який вихід безводного спирту, якщо вихід безводного спирту з 1 т умовного крохмалю становить $V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.} = 66,5$ дал. Коефіцієнти переведення натурального крохмалю та речовин, що зброджують, в умовний крохмаль для сировини: кукурудза – $K_{кук.} = 0,985$; картопля – $K_{карт.} = 1$; цукровий буряк – $K_{ц.б.} = 0,891$; меляса цукрового буряка – $K_{мел.} = 0,95$.

Розв'язок

Визначимо кількість умовного крохмалю із сировини, що переробляють на спиртозаводі:

- з кукурудзи:

$$m_{кр.}^{кук.*} = m_{кр.}^{кук.} K_{кук.} = \frac{m_{кук.} a_{кр.}^{кук.} K_{кук.}}{100} = \frac{600 \cdot 60 \cdot 0,985}{100} = 354,6 \text{ т;}$$

- з картоплі:

$$m_{кр.}^{карт.*} = m_{кр.}^{карт.} K_{карт.} = \frac{m_{карт.} a_{кр.}^{карт.} K_{карт.}}{100} = \frac{1500 \cdot 18 \cdot 1}{100} = 270 \text{ т;}$$

- з цукрового буряка:

$$m_{кр.}^{ц.бр.*} = m_{кр.}^{ц.бр.} K_{ц.б.} = \frac{m_{ц.б.} a_{цукор}^{ц.б.} K_{ц.б.}}{100} = \frac{2000 \cdot 14 \cdot 0,891}{100} = 249,5 \text{ т;}$$

- з меляси цукрового буряка:

$$m_{кр.}^{мел.*} = m_{кр.}^{мел.} K_{мел.} = \frac{m_{мел.} a_{цукор}^{мел.} K_{мел.}}{100} = \frac{500 \cdot 50 \cdot 0,95}{100} = 237,5 \text{ т.}$$

Загальна кількість умовного крохмалю в сировині:

$$m_{кр.} = m_{кр.}^{кук.*} + m_{кр.}^{карт.*} + m_{кр.}^{ц.б.*} + m_{кр.}^{мел.*} = 354,6 + 270 + 249,5 + 237,5 = 1111,6 \text{ т.}$$

Вихід безводного спирту з загальної кількості умовного крохмалю:

$$V_{б.сп.} = m_{кр.} V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.} = 1111,6 \cdot 66,5 = 73921,4 \text{ дал.}$$

Завдання

Завдання 1. Визначити кількість умовного крохмалю, що необхідна для одержання 100 дал безводного спирту, та технологічні втрати умовного крохмалю та безводного спирту під час виробництва спирту з картоплі, якщо відомий теоретичний $V_{б.сп.}^{1т\ кр.т.}$ = 71,997 [дал] та практичний $V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.}$ [дал] (див. Додаток Л, таблиця Л.1) вихід безводного спирту із 1 т умовного крохмалю.

Завдання 2. Визначити кількість картоплі, ячменю та проса, що необхідна для виробництва 100 дал безводного спирту, якщо відомо:

1. Практичний вихід безводного спирту з 1 т умовного крохмалю становить $V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.} = 66,5$ дал.

2. Вміст крохмалю в сировині (див. Додаток Л, таблиця Л.2): картопля – $a_{кр.}^{карт.}$ [%]; ячмінь – $a_{кр.}^{ячм.}$ [%]; просо – $a_{кр.}^{пр.}$ [%].

3. Засміченість та забрудненість сировини (див. Додаток Л, таблиця Л.2): картопля – $З_{карт.}$ [%]; ячмінь – $З_{ячм.}$ [%]; просо – $З_{пр.}$ [%].

4. Витрата зерна на солод становить $a_{сол.}^{зерно}$ [%] від маси умовного крохмалю, яка надходить на виробництво (див. Додаток Л, таблиця Л.2).

5. Відсоток ячмінного солоду в суміші з просом складає $a_{сол.}^{ячм.} = 70,0$ %.

6. Втрати під час виробництва солоду становлять $B_{сол.}$ [%] від маси крохмалю солодового зерна (див. Додаток Л, таблиця Л.2).

7. Коефіцієнти переведення натурального крохмалю в умовний крохмаль для сировини: картопля – $K_{карт.} = 1$; ячмінь – $K_{ячм.} = 0,965$; просо – $K_{пр.} = 0,982$.

Завдання 3. Спиртозавод переробляє сировину (див. Додаток Л, таблиця Л.3 та таблиця Л.4): кукурудзу $m_{кук.}$ [т] із вмістом крохмалю $a_{кр.}^{кук.}$ [%]; картоплю $m_{карт.}$ [т] із вмістом крохмалю $a_{кр.}^{карт.}$ [%]; цукрові буряки $m_{ц.б.}$ [т] із вмістом цукру $a_{цукор}^{ц.б.}$ [%]; мелясу цукрового буряка $m_{мел.}$ [т] із вмістом цукру $a_{цукор}^{мел.}$ [%]; пшеницю $m_{пш.}$ [т] із вмістом крохмалю $a_{кр.}^{пш.}$ [%]. Визначити скільки умовного крохмалю

переробляє завод і який вихід безводного спирту, якщо вихід безводного спирту з 1 т умовного крохмалю становить $V_{б.сп.}^{1т\,кр.л.} = 66{,}5$ дал. Коефіцієнти переведення натурального крохмалю та речовин, що зброджують, в умовний крохмаль для сировини: кукурудза – $K_{кук.} = 0{,}985$; картопля – $K_{карт.} = 1$; цукровий буряк – $K_{ц.б.} = 0{,}891$; меляса цукрового буряка – $K_{мел.} = 0{,}95$; пшениця – $K_{пш.} = 0{,}985$

Контрольні запитання

1. Як розраховують кількість умовного крохмалю із сировини, що необхідна для одержання 100 дал безводного спирту?
2. Як розраховують коефіцієнт роботи заводу?
3. Як розраховують втрати безводного спирту та умовного крохмалю на виробництві?
4. Як проводять переведення натурального крохмалю в умовний крохмаль для сировини?
5. Як розраховують вихід безводного спирту з загальної кількості умовного крохмалю?

Використані джерела: [1б–3б].

Практичне заняття № 13
Технологічні розрахунки виробництва горілки і лікеро-горілчаних напоїв

Мета: навчитися проводити технологічні розрахунки для виробництва горілки і лікеро-горілчаних напоїв.

Порядок виконання роботи

Умова. Розрахувати необхідну кількість сировини, проміжних продуктів та тари для виробництва горілки і лікеро-горілчаних напоїв. Завод випускає такий асортимент виробів: горілка "Столична", горілка "Українська", гірка настойка "Зубрівка", наливка "Полунична", лікер "Кавовий". Річний випуск продукції та міцність напоїв представлені в таблиці 13.1. Горілку розливають у пляшки місткістю $V_{пл.} = 0{,}5$ л, а лікеро-горілчані напої у пляшки місткістю $V_{пл.} = 0{,}25$ л.

Таблиця 13.1 – Річний випуск продукції та міцність напоїв

Продукція	Річний випуск продукції $Q_{т.л.}^{нап.}$, тис. дал/рік	Міцність напою $a_{сп.}^{нап.}$, об.%
Горілка "Столична"	400	40
Горілка "Українська"	600	45
Гірка настойка "Зубрівка"	300	40
Наливка "Полунична"	400	18
Лікер "Кавовий"	200	30

Для приготування горілок "Столична" та "Українська" використовують спирт етиловий ректифікований вищого очищення міцністю $a_{р.сп.}^{нап.} = 96{,}2$ об.%. Кількість води, що необхідно додати до 100 дал спирту міцністю 96,2 об.% для утворення водно-спиртової суміші необхідної концентрації спирту: горілка "Столична" – $V_{вод.}^{100 сп.стол.} = 147{,}59$ дал; горілка "Українська" – $V_{вод.}^{100 сп.укр.} = 120{,}41$ дал. Згідно з рецептурою на 1000 дал горілки "Столична" витрачають $m_{цукор}^{рец.стол.} = 20$ кг цукру. Згідно з рецептурою на 1000 дал горілки "Українська" витрачають $m_{мед}^{рец.укр.} = 40$ кг меду.

Витрату напівфабрикатів і сировини у літрах або кілограмах на 1000 дал кожного лікеро-горілчаного напою наведено у таблиці 13.2. Соки і морси надходять на підприємство у готовому вигляді зі спеціалізованих соко-морсових заводів. Для приготування лікеро-горілчаних напоїв та напівфабрикатів використовують спирт етиловий ректифікований вищого очищення міцністю $a_{р.сп.}^{нап.} = 96{,}2$ об.%. Міцність напівфабрикатів: морсу чорничного 1-го зливання – $a_{сп.}^{морс1} = 50$ об.%; морсу чорничного 2-го зливання – $a_{сп.}^{морс2} = 45$ об.%; спиртованого полуничного соку – $a_{сп.}^{сік} = 25$ об.%; настою кави 1-го зливання – $a_{сп.}^{н.кав.} = 47$ об.%;

настою зубрівки 1-го зливання – $a_{сп.}^{н.зубр.1} = 55$ об.%; настою зубрівки 2-го зливання – $a_{сп.}^{н.зубр.2} = 50$ об.%; ароматного спирту кави – $a_{сп.}^{ар.сп.кав.} = 72$ об.%. Для приготування наливки "Полунична" використовують морсу чорничного 1-го зливання $b_{морс1}^{морс} = 60\%$ від загальної кількості морсу чорничного, а морсу чорничного 2-го зливання – $b_{морс2}^{морс} = 40\%$. Для приготування гіркої настойки "Зубрівка" використовують настою зубрівки 1-го зливання $b_{н.зубр.1}^{н.зубр.} = 70\%$ від загальної кількості настою зубрівки, а настою зубрівки 2-го зливання – $b_{н.зубр.2}^{н.зубр.} = 30\%$. Кількість води, що необхідно додати до 100 дал спирту міцністю 96,2 об.% для утворення водно-спиртової суміші заданої концентрації спирту: для гіркої настойки "Зубрівка" – $V_{вод.}^{100сп.зубр.} = 147,59$ дал; для наливки "Полунична" – $V_{вод.}^{100сп.пол.} = 441,58$ дал; для лікеру "Кавовий" – $V_{вод.}^{100сп.кав.} = 228,35$ дал; для морсу чорничного – $V_{вод.}^{100сп.морс} = 106,72$ дал; для спиртованого полуничного соку – $V_{вод.}^{100сп.сік} = 292,41$ дал.

Таблиця 13.2 – Витрати напівфабрикатів і сировини на виробництво лікеро-горілчаних напоїв

Напівфабрикат, сировина	Витрати напівфабрикатів та сировини на 1000 дал напою $V_{сир.}^{рец.}$ ($m_{сир.}^{рец.}$), л (кг)		
	Гірка настойка "Зубрівка"	Наливка "Полунична"	Лікер "Кавовий"
Цукровий сироп концентрацією 65,8%	-	4454 л	2047 л
Морс чорничний 1-го і 2-го зливання	-	120 л	-
Спиртований полуничний сік	-	3000 л	-
Настій кави 1-го зливання	-	-	3000 л
Настій зубрівки 1-го і 2-го зливання	1060 л	-	-
Ароматний спирт кави	-	-	2000 л
Цукор	-	3872 кг	3500 кг
Тартразин (барвник)	0,15 кг	-	-
Лимонна кислота	-	12 кг	-
Ванілін	-	0,08 кг	0,35 кг

Розв'язок

Виробництво горілок

Визначимо витрати спирту на виробництво горілок. Втрати спирту під час виробництва горілок "Столична" та "Українська" наведені в таблиці 13.3.

Таблиця 13.3 – Втрати спирту під час виробництва горілок

Сорт горілки	Втрати спирту, %		
	в очисному цеху $B_{оч.цех.}^{нап.}$	в розливному цеху $B_{розл.}^{нап.}$	загальні $B_{сп.}^{нап.} = B_{оч.цех.}^{нап.} + B_{розл.}^{нап.}$
Горілка "Столична"	0,7	0,4	1,1
Горілка "Українська"	0,7	0,4	1,1

Для приготування горілок "Столична" та "Українська" використовують спирт етиловий ректифікований вищого очищення міцністю не нижче 96,2 об.%.

Витрата безводного спирту для виробництва 1000 дал горілки:

- для горілки "Столична":

$$V_{б.сп.}^{стол.} = \frac{1000 \cdot a_{сп.}^{стол.}}{100 - B_{сп.}^{стол.}} = \frac{1000 \cdot 40}{100 - 1,1} = 404,45 \text{ дал;}$$

- для горілки "Українська":

$$V_{б.сп.}^{укр.} = \frac{1000 \cdot a_{сп.}^{укр.}}{100 - B_{сп.}^{укр.}} = \frac{1000 \cdot 45}{100 - 1,1} = 455,01 \text{ дал.}$$

Витрата ректифікованого спирту для виробництва 1000 дал горілки:

- для горілки "Столична":

$$V_{р.сп.}^{стол.} = \frac{100 \cdot V_{б.сп.}^{стол.}}{a_{р.сп.}^{стол.}} = \frac{100 \cdot 404,45}{96,2} = 420,43 \text{ дал;}$$

- для горілки "Українська":

$$V_{р.сп.}^{укр.} = \frac{100 \cdot V_{б.сп.}^{укр.}}{a_{р.сп.}^{укр.}} = \frac{100 \cdot 455,01}{96,2} = 472,98 \text{ дал.}$$

Визначимо витрати виправленої води для приготування 1000 дал сортівки горілки:

- для горілки "Столична":

$$V_{вод.}^{стол.} = \frac{V_{р.сп.}^{стол.} V_{вод.}^{100 сп. стол.}}{100} = \frac{420,43 \cdot 147,59}{100} = 620,51 \text{ дал;}$$

- для горілки "Українська":

$$V_{вод.}^{укр.} = \frac{V_{р.сп.}^{укр.} V_{вод.}^{100 сп. укр.}}{100} = \frac{472,98 \cdot 120,41}{100} = 569,52 \text{ дал.}$$

Приймемо для всіх видів горілки, що: загальна кількість продуктів, які повертаються в очисне відділення, становить $B_{пов.}^{нап.} = 2,5\%$; загальна кількість втрат у вигляді брудного браку становить $B_{б.б.}^{нап.} = 0,1\%$; загальна кількість втрат продукції в очисному та розливному цехах рівна загальній втраті спирту $B_{сп.}^{нап.} = 1,1\%$. Об'єм сортівки для приготування 1000 дал горілки:

- для горілки "Столична":

$$k^{стол.} = \frac{100 + B_{пов.}^{стол.} + B_{б.б.}^{стол.} + B_{сп.}^{стол.}}{100} = \frac{100 + 2,5 + 0,1 + 1,1}{100} = 1,037;$$

$$V_{сорт.}^{стол.} = 1000 \cdot k^{стол.} = 1000 \cdot 1,037 = 1037 \text{ дал};$$

- для горілки "Українська":

$$k^{укр.} = \frac{100 + B_{пов.}^{укр.} + B_{б.б.}^{укр.} + B_{сп.}^{укр.}}{100} = \frac{100 + 2,5 + 0,1 + 1,1}{100} = 1,037;$$

$$V_{сорт.}^{укр.} = 1000 \cdot k^{укр.} = 1000 \cdot 1,037 = 1037 \text{ дал.}$$

Визначимо об'єм поворотних продуктів, що припадає на 1000 дал горілки:

- для горілки "Столична":

$$V_{пов.}^{стол.} = 1000 \cdot \frac{B_{пов.}^{стол.}}{100} = 1000 \cdot \frac{2,5}{100} = 25 \text{ дал};$$

- для горілки "Українська":

$$V_{пов.}^{укр.} = 1000 \cdot \frac{B_{пов.}^{укр.}}{100} = 1000 \cdot \frac{2,5}{100} = 25 \text{ дал.}$$

Визначимо об'єм брудного браку, що припадає на 1000 дал горілки:

- для горілки "Столична":

$$V_{б.б.}^{стол.} = 1000 \cdot \frac{B_{б.б.}^{стол.}}{100} = 1000 \cdot \frac{0,1}{100} = 1 \text{ дал};$$

- для горілки "Українська":

$$V_{б.б.}^{укр.} = 1000 \cdot \frac{B_{б.б.}^{укр.}}{100} = 1000 \cdot \frac{0,1}{100} = 1 \text{ дал.}$$

Якщо врахувати втрати горілок під час розливання і вважати, що в розливному цеху утворюється весь брудний брак і поворотні продукти в кількості $B_{п.п.}^{*стол.} = 1\%$ від об'єму готової продукції, тоді поправочний коефіцієнт для розрахунку об'єму горілок у збірниках готової продукції та об'єм горілки в збірнику:

- для горілки "Столична":

$$k^{*стол.} = \frac{100 + B_{розл.}^{стол.} + B_{б.б.}^{стол.} + B_{п.п.}^{*стол.}}{100} = \frac{100 + 0,4 + 0,1 + 1}{100} = 1,015;$$

$$V_{гор.зб.}^{стол.} = 1000 \cdot k^{*стол.} = 1000 \cdot 1,015 = 1015 \text{ дал};$$

- для горілки "Українська":

$$k^{*укр.} = \frac{100 + B^{укр.}_{розл.} + B^{укр.}_{б.б.} + B^{*укр.}_{п.п.}}{100} = \frac{100 + 0,4 + 0,1 + 1}{100} = 1,015;$$

$$V^{укр.}_{гор.зб.} = 1000 \cdot k^{*укр.} = 1000 \cdot 1,015 = 1015 \text{ дал.}$$

Визначимо витрати речовин, які додають у сортівку.

Витрата цукру для приготування горілки “Столична”:

$$m^{стол.}_{цукор} = \frac{m^{рец.стол.}_{цукор} Q^{стол.}_{т.л.}}{1000} = \frac{20 \cdot 400000}{1000} = 8000 \text{ кг.}$$

Витрата меду для приготування горілки “Українська”:

$$m^{укр.}_{мед} = \frac{m^{рец.укр.}_{мед} Q^{укр.}_{т.л.}}{1000} = \frac{40 \cdot 600000}{1000} = 24000 \text{ кг.}$$

Розраховані дані витрат сировини та продуктів на 1000 дал горілки представлені в таблиці 13.4. Також у таблиці 13.4 представлені дані витрат сировини та продуктів на річний випуск продукції, на місячну програму заводу (12 місяців) та на добу (243 робочих дні).

Таблиця 13.4 – Витрати сировини та продуктів

Продукт, сировина	Од. вимір.	Сорт горілки (перше значення для горілки “Столична”; друге значення для горілки “Українська”)			
		на 1000 дал	на рік	на місяць	на добу
Безводний спирт	дал	404,45 455,01	161780 273006	13481,67 22750,50	665,76 1123,48
Спирт ректифікат	дал	420,43 472,98	168172 283788	14014,33 23649,00	692,07 1167,85
Виправлена вода	дал	620,51 569,52	248204 341712	20683,67 28476,00	1021,42 1406,22
Сортівка	дал	1037 1037	414800 622200	34566,67 51850,00	1707,00 2560,49
Поворотні продукти	дал	25 25	10000 15000	833,33 1250,00	41,15 61,73
Брудний брак	дал	1 1	400 600	33,33 50,00	1,65 2,47
Горілка в збірниках	дал	1015 1015	406000 609000	33833,33 50750,00	1670,78 2506,17
Цукор	кг	20 -	8000 -	666,67 -	32,92 -
Мед	кг	- 40	- 24000	- 2000	- 98,77

Виробництво лікеро-горілчаних напоїв

Визначення витрати напівфабрикатів та інгредієнтів. Усі продукти, які необхідні для приготування напоїв розраховують за діючою рецептурою. Згідно завдання соки і морси надходять на підприємство у готовому вигляді зі спеціалізованих соко-морсових заводів.

Розрахуємо витрату напівфабрикатів і сировини на річну, місячну та добову потужність лікерного цеху. Витрату напівфабрикатів (рідких) в літрах розраховуємо за формулами: на річну потужність цеху $V_{сир.}^{р.нап.} = \frac{V_{сир.}^{рец.нап.} Q_{т.л.}^{нап.}}{1000}$; на місячну потужність цеху $V_{сир.}^{м.нап.} = V_{сир.}^{р.нап.} / 12$; на добову потужність цеху $V_{сир.}^{д.нап.} = V_{сир.}^{р.нап.} / 243$.

Наприклад, для гіркої настойки "Зубрівка" річна, місячна та добова витрати настою зубрівки 1-го і 2-го зливання:

- річна витрата:

$$V_{н.зубр.}^{р.зубр.} = \frac{V_{н.зубр.}^{рец.зубр.} Q_{т.л.}^{зубр.}}{1000} = \frac{1060 \cdot 300000}{1000} = 318000 \text{ л};$$

- місячна витрата (на 12 місяців):

$$V_{н.зубр.}^{м.зубр.} = V_{н.зубр.}^{р.зубр.} / 12 = 318000 / 12 = 26500 \text{ л};$$

- добова витрата, якщо прийняти, що протягом року 243 робочих дні:

$$V_{н.зубр.}^{д.зубр.} = V_{н.зубр.}^{р.зубр.} / 243 = 318000 / 243 = 1308,64 \text{ л}.$$

Витрату сировини (сипкої) в кілограмах розраховуємо за формулами: на річну потужність цеху $m_{сир.}^{р.нап.} = \frac{m_{сир.}^{рец.нап.} Q_{т.л.}^{нап.}}{1000}$; на місячну потужність цеху $m_{сир.}^{м.нап.} = m_{сир.}^{р.нап.} / 12$; на добову потужність цеху $m_{сир.}^{д.нап.} = m_{сир.}^{р.нап.} / 243$.

Наприклад, для лікеру "Кавовий" річна, місячна та добова витрати ваніліну:

- річна витрата:

$$m_{ван.}^{р.кав.} = \frac{m_{ван.}^{рец.кав.} Q_{т.л.}^{кав.}}{1000} = \frac{0,35 \cdot 200000}{1000} = 70 \text{ кг};$$

- місячна витрата (на 12 місяців):

$$m_{ван.}^{м.кав.} = m_{ван.}^{р.кав.} / 12 = 70 / 12 = 5,83 \text{ кг};$$

- добова витрата, якщо прийняти, що протягом року 243 робочих дні:

$$m_{ван.}^{д.кав.} = m_{ван.}^{р.кав.} / 243 = 70 / 243 = 0,29 \text{ кг}.$$

Для решти напівфабрикатів і сировини, окрім цукру, розрахунки здійснюють аналогічно до наведених і результати розрахунків заносяться в таблицю 13.5.

Таблиця 13.5 – Витрати напівфабрикатів і сировини на річну, місячну та добову потужність лікерного цеху

Напівфабрикат	Витрати напівфабрикатів і сировини, л (кг)		
	на рік	на місяць	на добу
Цукровий сироп конц. 65,8%:			
- наливка “Полунична”	1781600 л	148466,66 л	7331,69 л
- лікер “Кавовий”	409400 л	34116,66 л	1684,77 л
Всього:	2191000 л	182583,33 л	9016,46 л
Морс чорничний 1-го і 2-го злив.:			
- наливка “Полунична”	48000 л	4000 л	197,53 л
Спиртований полуничний сік:			
- наливка “Полунична”	1200000 л	100000 л	4938,27 л
Настій кави 1-го злив.:			
- лікер “Кавовий”	600000 л	50000 л	2469,14 л
Настій зубрівки 1-го і 2-го злив.:			
- гірка настойка “Зубрівка”	318000 л	26500 л	1308,64 л
Ароматний спирт кави:			
- лікер “Кавовий”	400000 л	33333,33 л	1646,09 л
Цукор:			
- наливка “Полунична”	1586885,25 кг	132240,44 кг	6530,39 кг
- лікер “Кавовий”	718685,83 кг	59890,49 кг	2957,55 кг
Всього:	2305571,08 кг	192130,93 кг	9487,94 кг
Тартразин (барвник):			
- гірка настойка “Зубрівка”	45 кг	3,75 кг	0,19 кг
Лимонна кислота:			
- наливка “Полунична”	4800 кг	400 кг	19,75 кг
Ванілін :			
- наливка “Полунична”	32 кг	2,67 кг	0,13 кг
- лікер “Кавовий”	70 кг	5,83 кг	0,29 кг
Всього:	102 кг	8,50 кг	0,42 кг

У лікеро-горілчаному виробництві цукор витрачається для приготування цукрового сиропу та колеру, які використовуються при складанні купажів напоїв. Витрату цукру в рецептурі вказують із врахуванням цукру, що надходить в напої з соками та морсами. Тому вона завжди менша, ніж кількість цукру, що міститься в напої, на величину кількості цукру в соках і морсах. Втрати цукру $B_{цукор}^{нап.}$ до введеного в купаж становлять: для лікерів 2,6%, для настойок, наливок і десертних напоїв – 2,4%. Отже, витрати цукру з урахуванням втрат обчислюють за виразом

$$m_{цукор}^{р.} = \frac{m_{цукор.}^{рец.} Q_{т.л.}^{нап.} \cdot 100}{1000 \cdot (100 - B_{цукор}^{нап.})} \text{ [кг].}$$

Наприклад, для лікеру “Кавовий” річна, місячна та добова витрати цукру:

- річна витрата:

$$m_{цукор}^{р.} = \frac{m_{цукор.}^{рец.} Q_{т.л.}^{нап.} \cdot 100}{1000 \cdot (100 - B_{цукор}^{нап.})} = \frac{3500 \cdot 200000 \cdot 100}{1000 \cdot (100 - 2,6)} = 718685,83 \text{ кг};$$

- місячна витрата (на 12 місяців):

$$m_{цукор}^{м.} = m_{цукор}^{р.} / 12 = 718685,83 / 12 = 59890,49 \text{ кг};$$

- добова витрата, якщо прийняти, що протягом року 243 робочих дні:

$$m_{цукор}^{д.} = m_{цукор}^{р.} / 243 = 718685,83 / 243 = 2957,55 \text{ кг}.$$

Витрата безводного етилового спирту для виробництва 1000 дал напоїв:

- для гіркої настойки “Зубрівка”:

$$V_{б.сп.}^{зубр.} = \frac{1000 \cdot a_{сп.}^{зубр.}}{100 - B_{сп.}^{зубр.}} = \frac{1000 \cdot 40}{100 - 0,86} = 403,47 \text{ дал};$$

- для наливки “Полунична”:

$$V_{б.сп.}^{пол.} = \frac{1000 \cdot a_{сп.}^{пол.}}{100 - B_{сп.}^{пол.}} = \frac{1000 \cdot 18}{100 - 1,8} = 183,3 \text{ дал};$$

- для лікеру “Кавовий”:

$$V_{б.сп.}^{кав.} = \frac{1000 \cdot a_{сп.}^{кав.}}{100 - B_{сп.}^{кав.}} = \frac{1000 \cdot 30}{100 - 2,4} = 307,38 \text{ дал}.$$

Втрати спирту під час виробництва лікеро-горілчаних напоїв наведені в таблиці 13.6.

Таблиця 13.6 – Втрати спирту під час виробництва лікеро-горілчаних напоїв

Напій	Втрати спирту, %		
	у лікерному цеху $B_{лік.цех.}^{нап.}$	в розливному цеху $B_{розл.}^{нап.}$	загальні $B_{сп.}^{нап.} = B_{лік.цех.}^{нап.} + B_{розл.}^{нап.}$
Гірка настойка	0,46	0,40	0,86
Солодка і напівсолодка настойка, десертний напій, наливка, пунш	1,30	0,50	1,80
Лікер	1,90	0,50	2,40

Витрата ректифікованого спирту для виробництва 1000 дал напоїв:

- для гіркої настойки “Зубрівка”:

$$V_{р.сп.}^{зубр.} = \frac{100 \cdot V_{б.сп.}^{зубр.}}{a_{р.сп.}^{зубр.}} = \frac{100 \cdot 403,47}{96,2} = 419,41 \text{ дал};$$

- для наливки “Полунична”:

$$V_{р.сп.}^{пол.} = \frac{100 \cdot V_{б.сп.}^{пол.}}{a_{р.сп.}^{пол.}} = \frac{100 \cdot 183,3}{96,2} = 190,54 \text{ дал};$$

- для лікеру “Кавовий”:

$$V_{р.сп.}^{кав.} = \frac{100 \cdot V_{б.сп.}^{кав.}}{a_{р.сп.}^{кав.}} = \frac{100 \cdot 307,38}{96,2} = 319,52 \text{ дал.}$$

Визначимо кількість безводного спирту, що додають у купаж з соками та морсами.

Оскільки для наливки “Полунична” згідно з рецептурою витрата морсу чорничного задана разом для 1-го та 2-го зливання, знайдемо середньозважену міцність морсу чорничного:

$$a_{сп.}^{морс} = \frac{V_{морс}^{рец.} b_{морс1}^{морс} a_{сп.}^{морс1} + V_{морс}^{рец.} b_{морс2}^{морс} a_{сп.}^{морс2}}{V_{морс}^{рец.} \cdot 100} = \frac{120 \cdot 60 \cdot 50 + 120 \cdot 40 \cdot 45}{120 \cdot 100} = 48 \text{ об.\%.}$$

Отже, для наливки “Полунична” на 1000 дал напою кількість безводного спирту, що додають у купаж з морсом чорничним, складе:

$$V_{б.сп.}^{морс} = \frac{V_{морс}^{рец.} a_{сп.}^{морс}}{100} = \frac{120 \cdot 48}{100} = 57,6 \text{ л.}$$

Для наливки “Полунична” на 1000 дал напою кількість безводного спирту, що додають у купаж з спиртованим полуничним соком, складе:

$$V_{б.сп.}^{сік} = \frac{V_{сік}^{рец.} a_{сп.}^{сік}}{100} = \frac{3000 \cdot 25}{100} = 750 \text{ л.}$$

Визначимо витрати спирту для приготування настоїв. Оскільки для гіркої настойки “Зубрівка” згідно з рецептурою витрата настойки зубрівки задана разом для 1-го та 2-го зливання, знайдемо середньозважену міцність настойки зубрівки:

$$a_{сп.}^{н.зубр.} = \frac{V_{н.зубр.}^{рец.} b_{н.зубр.1}^{н.зубр.} a_{сп.}^{н.зубр.1} + V_{н.зубр.}^{рец.} b_{н.зубр.2}^{н.зубр.} a_{сп.}^{н.зубр.2}}{V_{н.зубр.}^{рец.} \cdot 100} =$$

$$= \frac{1060 \cdot 70 \cdot 55 + 1060 \cdot 30 \cdot 50}{1060 \cdot 100} = 53,5 \text{ об.\%.}$$

Отже, для гіркої настойки “Зубрівка” на 1000 дал напою кількість безводного спирту, що додають у купаж з настоєм зубрівки, складе:

$$V_{б.сп.}^{н.зубр.} = \frac{V_{н.зубр.}^{рец.} a_{сп.}^{н.зубр.}}{100} = \frac{1060 \cdot 53,5}{100} = 567,1 \text{ л.}$$

Визначимо витрату безводного спирту на приготування настою зубрівки для 1000 дал напою, урахувавши $B_{б.сп.}^{н.зубр.} = 5,8\%$ втрат (від кількості заливаного спирту):

$$V_{б.сп.}^{н.зубр.*} = \frac{V_{б.сп.}^{н.зубр.} \cdot 100}{100 - B_{б.сп.}^{н.зубр.}} = \frac{567,1 \cdot 100}{100 - 5,8} = 602,02 \text{ л.}$$

Визначимо витрату спирту-ректифікату міцністю $a_{р.сп.}^{н.зубр.} = 96,2$ об.% на приготування настою зубрівки для 1000 дал напою:

$$V_{р.сп.}^{н.зубр.} = \frac{V_{б.сп.}^{н.зубр.*} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{н.зубр.}} = \frac{602,02 \cdot 100}{96,2} = 625,8 \text{ л.}$$

Для лікеру “Кавовий” на 1000 дал напою кількість безводного спирту, що додають у купаж з настоєм кави, складе:

$$V_{б.сп.}^{н.кав.} = \frac{V_{н.кав.}^{рец.} a_{сп.}^{н.кав.}}{100} = \frac{3000 \cdot 47}{100} = 1410 \text{ л.}$$

Визначимо витрату безводного спирту на приготування настою кави для 1000 дал напою, урахувавши $B_{б.сп.}^{н.кав.} = 5{,}8\%$ втрат (від кількості заливаного спирту):

$$V_{б.сп.}^{н.кав.*} = \frac{V_{б.сп.}^{н.кав.} \cdot 100}{100 - B_{б.сп.}^{н.кав.}} = \frac{1410 \cdot 100}{100 - 5{,}8} = 1496{,}82 \text{ л.}$$

Визначимо витрату спирту-ректифікату міцністю $a_{р.сп.}^{н.кав.} = 96{,}2$ об.% на приготування настою кави для 1000 дал напою:

$$V_{р.сп.}^{н.кав.} = \frac{V_{б.сп.}^{н.кав.*} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{н.кав.}} = \frac{1496{,}82 \cdot 100}{96{,}2} = 1555{,}95 \text{ л.}$$

Ванілін додають до купажу у вигляді спиртового розчину. Витрати безводного спирту для приготування ваніліну можна вважати приблизно рівними об’єму спиртового розчину ваніліну. На 1 л спиртового розчину додають 100 г ваніліну. Об’єм спиртового розчину ваніліну на 1000 дал напоїв:

- для наливки “Полунична”:

$$V_{б.сп.}^{р.ван.пол.} = \frac{1 \cdot m_{ван.}^{пол.} \cdot 1000}{100} = \frac{1 \cdot 0{,}08 \cdot 1000}{100} = 0{,}8 \text{ л;}$$

- для лікеру “Кавовий”:

$$V_{б.сп.}^{р.ван.кав.} = \frac{1 \cdot m_{ван.}^{кав.} \cdot 1000}{100} = \frac{1 \cdot 0{,}35 \cdot 1000}{100} = 3{,}5 \text{ л.}$$

Визначимо витрату спирту-ректифікату міцністю $a_{р.сп.}^{р.ван.} = 96{,}2$ об.% на приготування розчину ваніліну для 1000 дал напоїв:

- для наливки “Полунична”:

$$V_{р.сп.}^{р.ван.пол.} = \frac{V_{б.сп.}^{р.ван.пол.} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{р.ван.}} = \frac{0{,}8 \cdot 100}{96{,}2} = 0{,}83 \text{ л;}$$

- для лікеру “Кавовий”:

$$V_{р.сп.}^{р.ван.кав.} = \frac{V_{б.сп.}^{р.ван.кав.} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{р.ван.}} = \frac{3{,}5 \cdot 100}{96{,}2} = 3{,}64 \text{ л.}$$

Визначимо витрату безводного спирту для приготування ароматного спирту кави на 1000 дал лікеру “Кавовий”:

$$V_{б.сп.}^{ар.сп.кав.} = \frac{V_{ар.сп.кав.}^{рец.} a_{сп.}^{ар.сп..кав.}}{100} = \frac{2000 \cdot 72}{100} = 1440 \text{ л.}$$

Визначимо витрату безводного спирту на приготування ароматного спирту кави для 1000 дал напою, урахувавши $B_{б.сп.}^{ар.сп.кав.} = 4\%$ втрат (від кількості заливаного спирту):

$$V_{б.сп.}^{ар.сп.кав.*} = \frac{V_{б.сп.}^{ар.сп.кав.} \cdot 100}{100 - B_{б.сп.}^{ар.сп.кав.}} = \frac{1440 \cdot 100}{100 - 4} = 1500 \text{ л.}$$

Визначимо витрату спирту-ректифікату міцністю $a_{р.сп.}^{ар.сп.кав.} = 96{,}2$ об.% на приготування ароматного спирту кави для 1000 дал напою:

$$V_{р.сп.}^{ар.сп.кав.} = \frac{V_{б.сп.}^{ар.сп.кав.*} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{н.кав.}} = \frac{1500 \cdot 100}{96{,}2} = 1559{,}3 \text{ л.}$$

Визначимо загальну кількість безводного спирту та спирту ректифікату міцністю $a_{р.сп.}^{н.ф.нап.} = 96{,}2$ об.%, що надходить у купаж для приготування 1000 дал напоїв разом з напівфабрикатами:

- для гіркої настойки “Зубрівка”:

$$V_{б.сп.}^{н.ф.зубр.} = V_{б.сп.}^{н.зубр.*} = 602{,}02 \text{ л;}$$

$$V_{р.сп.}^{н.ф.зубр.} = \frac{V_{б.сп.}^{н.ф.зубр.} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{н.ф.зубр.}} = \frac{602{,}02 \cdot 100}{96{,}2} = 625{,}8 \text{ л} = 62{,}58 \text{ дал;}$$

- для наливки “Полунична”:

$$V_{б.сп.}^{н.ф.пол.} = V_{б.сп.}^{морс} + V_{б.сп.}^{сік} + V_{б.сп.}^{р.ван.пол} = 57{,}6 + 750 + 0{,}8 = 808{,}4 \text{ л;}$$

$$V_{р.сп.}^{н.ф.пол.} = \frac{V_{б.сп.}^{н.ф.пол.} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{н.ф.пол.}} = \frac{808{,}4 \cdot 100}{96{,}2} = 840{,}3 \text{ л} = 84{,}03 \text{ дал;}$$

- для лікеру “Кавовий”:

$$V_{б.сп.}^{н.ф.кав.} = V_{б.сп.}^{н.кав.*} + V_{б.сп.}^{р.ван.кав.*} + V_{б.сп.}^{ар.сп.кав.*} = 1496{,}82 + 3{,}5 + 1500 = 3000{,}3 \text{ л;}$$

$$V_{р.сп.}^{н.ф.кав.} = \frac{V_{б.сп.}^{н.ф.кав.} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{н.ф.кав.}} = \frac{3000{,}3 \cdot 100}{96{,}2} = 3118{,}8 \text{ л} = 311{,}88 \text{ дал.}$$

Визначимо кількість безводного спирту та спирту-ректифікату міцністю $a_{р.сп.}^{куп.нап.} = 96{,}2$ об.%, що додають у купаж (без напівфабрикатів) на 1000 дал напою. Для цього з загальної витрати спирту (безводного, ректифікованого) на 1000 дал напою виключають спирт (безводний, ректифікат) напівфабрикатів:

- для гіркої настойки “Зубрівка”:

$$V_{б.сп.}^{куп.зубр.} = V_{б.сп.}^{зубр.} - V_{б.сп.}^{н.ф.зубр.} = 4034{,}7 - 602{,}02 = 3432{,}7 \text{ л} = 343{,}27 \text{ дал;}$$

$$V_{р.сп.}^{куп.зубр.} = \frac{V_{б.сп.}^{куп.зубр.} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{куп.зубр.}} = \frac{343{,}27 \cdot 100}{96{,}2} = 356{,}83 \text{ дал;}$$

- для наливки “Полунична”:

$$V_{б.сп.}^{куп.пол.} = V_{б.сп.}^{пол.} - V_{б.сп.}^{н.ф.пол.} = 1833 - 808{,}4 = 1024{,}6 \text{ л} = 102{,}46 \text{ дал;}$$

$$V_{р.сп.}^{куп.пол.} = \frac{V_{б.сп.}^{куп.пол.} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{куп.пол.}} = \frac{102{,}46 \cdot 100}{96{,}2} = 106{,}51 \text{ дал;}$$

- для лікеру “Кавовий”:

$$V_{б.сп.}^{куп.кав.} = V_{б.сп.}^{кав.} - V_{б.сп.}^{н.ф.кав.} = 3073{,}8 - 3000{,}3 = 73{,}5 \text{ л} = 7{,}35 \text{ дал;}$$

$$V_{р.сп.}^{куп.кав.} = \frac{V_{б.сп.}^{куп.кав.} \cdot 100}{a_{р.сп.}^{куп.кав.}} = \frac{7,35 \cdot 100}{96,2} = 7,64 \text{ дал.}$$

Загальні витрати спирту-ректифікату на 1000 дал напою визначимо підсумовуючи витрати на купажування і приготування настоїв та ароматних спиртів (якщо морси та соки готують на підприємстві, тоді витрати спирту на їх приготування теж додають до загальних витрат):

- для гіркої настойки “Зубрівка”:

$$V_{р.сп.}^{заг.зубр.} = V_{р.сп.}^{куп.зубр.} + V_{р.сп.}^{н.ф.зубр.} = 356,83 + 62,58 = 419,41 \text{ дал;}$$

- для наливки “Полунична”:

$$V_{р.сп.}^{заг.пол.} = V_{р.сп.}^{куп.пол.} + V_{р.сп.}^{н.ф.пол.} = 106,51 + 84,03 = 190,54 \text{ дал;}$$

- для лікеру “Кавовий”:

$$V_{р.сп.}^{заг.кав.} = V_{р.сп.}^{куп.кав.} + V_{р.сп.}^{н.ф.кав.} = 7,64 + 311,88 = 319,52 \text{ дал.}$$

Визначимо витрати виправленої води на 1000 дал напою:

- для гіркої настойки “Зубрівка”:

$$V_{вод.}^{зубр.} = \frac{V_{р.сп.}^{заг.зубр.} V_{вод.}^{100сп.зубр.}}{100} = \frac{419,41 \cdot 147,59}{100} = 619,01 \text{ дал;}$$

- для наливки “Полунична”:

$$V_{вод.}^{пол.} = \frac{V_{р.сп.}^{заг.пол.} V_{вод.}^{100сп.пол.}}{100} = \frac{190,54 \cdot 441,58}{100} = 841,39 \text{ дал;}$$

- для лікеру “Кавовий”:

$$V_{вод.}^{кав.} = \frac{V_{р.сп.}^{заг.кав.} V_{вод.}^{100сп.кав.}}{100} = \frac{319,52 \cdot 228,35}{100} = 729,62 \text{ дал.}$$

З одержаної кількості виправленої води необхідно виключити воду, що міститься у привозних соках і морсах. Оскільки у рецептурах для гіркої настойки “Зубрівка” та лікеру “Кавовий” не передбачено використання привозних соків та морсів, відповідно витрата води на їх виробництва залишається рівної витраті виправленої води, що розрахована вище.

Визначимо кількість води у морсі чорничному 1-го і 2-го зливання та спиртовому полуничному соку, що є привозним та який використовують для приготування наливки “Полунична”. Середньозважена міцність морсу чорничного $a_{сп.}^{морс} = 48$ об.%, а спиртованого полуничного соку – $a_{сп.}^{сік} = 25$ об.%. Вище було визначено кількість безводного спирту, яка міститься в об’ємі морсу і соку, що витрачають на 1000 дал напою, яка, відповідно, складає $V_{б.сп.}^{морс.} = 5,76$ дал та $V_{б.сп.}^{сік} = 75,0$ дал. Тоді витрати ректифікованого спирту:

- для морсу чорничного:

$$V_{р.сп.}^{морс} = \frac{100 \cdot V_{б.сп.}^{морс}}{a_{р.сп.}^{пол.}} = \frac{100 \cdot 5,76}{96,2} = 5,99 \text{ дал;}$$

- для спиртованого полуничного соку:

$$V_{р.сп.}^{сік} = \frac{100 \cdot V_{б.сп.}^{сік}}{a_{р.сп.}^{пол.}} = \frac{100 \cdot 75}{96,2} = 77,96 \text{ дал;}$$

Кількість води:

- у морсі чорничному:

$$V_{вод.}^{морс} = \frac{V_{р.сп.}^{морс} V_{вод.}^{100 сп.морс}}{100} = \frac{5,99 \cdot 106,72}{100} = 6,39 \text{ дал;}$$

- у спиртованому полуничному соку:

$$V_{вод.}^{сік} = \frac{V_{р.сп.}^{сік} V_{вод.}^{100 сп.сік}}{100} = \frac{77,96 \cdot 292,41}{100} = 227,96 \text{ дал.}$$

Отже, у лікерному цеху витрачають виправленої води на 1000 дал наливки “Полунична”:

$$V_{вод.}^{пол.*} = V_{вод.}^{пол.} - V_{вод.}^{морс} - V_{вод.}^{сік} = 841,39 - 6,39 - 227,96 = 607,04 \text{ дал.}$$

Розраховані витрати спирту-ректифікату та води на виробництво лікеро-горілчаних напоїв наведені у таблиці 13.7, розрахунки проводять за формулами, які призначені для визначення річної, місячної та добової витрати напівфабрикатів. Наприклад, для лікеру “Кавовий” річна, місячна та добова витрати спирту:

- річна витрата:

$$V_{р.сп.}^{р.кав.} = \frac{V_{р.сп.}^{заг.кав.} Q_{т.л.}^{кав.}}{1000} = \frac{319,52 \cdot 200000}{1000} = 63904 \text{ дал;}$$

- місячна витрата (на 12 місяців):

$$V_{р.сп.}^{м.кав.} = V_{р.сп.}^{р.кав.} / 12 = 63904 / 12 = 5325,33 \text{ дал;}$$

- добова витрата, якщо прийняти, що протягом року 243 робочих дні:

$$V_{р.сп.}^{д.кав.} = V_{р.сп.}^{р.кав.} / 243 = 63904 / 243 = 262,98 \text{ дал.}$$

Для лікеру “Кавовий” річна, місячна та добова витрати води:

- річна витрата:

$$V_{вод.}^{р.кав.} = \frac{V_{вод.}^{кав.} Q_{т.л.}^{кав.}}{1000} = \frac{729,62 \cdot 200000}{1000} = 145924 \text{ дал;}$$

- місячна витрата (на 12 місяців):

$$V_{вод.}^{м.кав.} = V_{вод.}^{р.кав.} / 12 = 145924 / 12 = 12160,33 \text{ дал;}$$

- добова витрата, якщо прийняти, що протягом року 243 робочих дні:

$$V_{вод.}^{д.кав.} = V_{вод.}^{р.кав.} / 243 = 145924 / 243 = 600,51 \text{ дал.}$$

Таблиця 13.7 – Витрати спирту та води на річну, місячну та добову потужність лікерного цеху

Сировина	Витрати сировини, дал		
	на рік	на місяць	на добу
Спирт-ректифікат:			
- гірка настойка “Зубрівка”	125823	10485,25	517,79
- наливка “Полунична”	76216	6351,33	313,65
- лікер “Кавовий”	63904	5325,33	262,98
Всього:	265943	22161,91	1094,42
Вода:			
- гірка настойка “Зубрівка”	185703	15475,25	764,21
- наливка “Полунична”	242816	20234,66	999,24
- лікер “Кавовий”	145924	12160,33	600,51
Всього:	574443	47870,24	2363,96

Розрахунок потрібної кількості тари

Оскільки, горілку розливають у пляшки місткістю $V_{пл.} = 0{,}5$ л, а лікеро-горілчані напої у пляшки місткістю $V_{пл.} = 0{,}25$ л, тоді річна потреба у пляшках:

- для горілок:

$$n_{пл.}^{р.гор.} = \frac{(Q_{т.л.}^{стол.} + Q_{т.л.}^{укр.}) \cdot 10}{V_{пл.}} = \frac{(400000 + 600000) \cdot 10}{0{,}5} = 20000000 \text{ шт.} =$$

$$= 20000 \text{ тис. шт.};$$

- для лікеро-горілчаних виробів:

$$n_{пл.}^{р.л.г.} = \frac{(Q_{т.л.}^{зубр.} + Q_{т.л.}^{пол.} + Q_{т.л.}^{кав.}) \cdot 10}{V_{пл.}} = \frac{(300000 + 400000 + 200000) \cdot 10}{0{,}25} = 36000000 \text{ шт.} =$$

$$= 36000 \text{ тис. шт.}$$

Урахуємо допустимі норми бою пляшок: під час зберігання у посудному цеху разом з операціями приймання, 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 складе:

- для горілок:

$$n_{пл.}^{р.гор.*} = \frac{n_{пл.}^{р.гор.} \cdot 100}{100 - B_{пл.}} = \frac{20000 \cdot 100}{100 - 3{,}85} = 20800{,}83 \text{ тис. шт.};$$

- для лікеро-горілчаних виробів:

$$n_{пл.}^{р.л.г.*} = \frac{n_{пл.}^{р.л.г.} \cdot 100}{100 - B_{пл.}} = \frac{36000 \cdot 100}{100 - 3{,}85} = 37441{,}5 \text{ тис. шт.}$$

Місячна та добова потреба у пляшках розраховується шляхом ділення річної потреби, відповідно, на 12 місяців та 243 робочих дні. Розрахована потреба у пляшках представлена у таблиці 13.8.

Таблиця 13.8 – Річна, місячна та добова потреба у пляшках для заводу

Місткість пляшки	Потреба у пляшках, тис. шт.		
	річна	місячна	добова
Пляшка 0,5 л	20800,83	1733,40	85,6
Пляшка 0,25 л	37441,5	3120,13	154,08

Завдання

Завдання. Розрахувати необхідну кількість сировини, проміжних продуктів та тари для виробництва горілки і лікеро-горілчаних напоїв. Асортимент виробів, що випускає завод, річний випуск продукції $Q_{т.л.}^{нап.}$ [тис. дал/рік] та міцність горілки і напоїв $a_{сп.}$ [об.%] вибирають згідно з варіантом у Додатку М (таблиця М.1, таблиця М.4).

1. Для розрахунку виробництва горілки у Додатку М (таблиця М.3) задано: міцність спирту $a_{р.сп.}$ [об.%], що використовується для приготування горілки; кількість води $V_{вод.}^{100сп.стол.}$ [дал], яку необхідно додати до 100 дал спирту для утворення водно-спиртової суміші заданої концентрації спирту; витрата рецептурних компонентів $m_{сир.}^{рец.}$ [кг]/$V_{сир.}^{рец.}$ [л] на 1000 дал горілки. Втрати спирту під час виробництва горілок задані у Додатку М (таблиця М.2).

Для всіх варіантів: загальна кількість продуктів, які повертаються в очисне відділення, становить $B_{пов.}^{нап.} = 2,5\%$; загальна кількість втрат у вигляді брудного браку становить $B_{б.б.}^{нап.} = 0,1\%$; у розливному цеху утворюються поворотні продукти в кількості $B_{п.п.}^{*стол.} = 1\%$ від об'єму готової продукції; горілку розливають у пляшки місткістю $V_{пл.} = 0,5$ л.

2. Для розрахунку виробництва лікеро-горілчаного напою витрату напівфабрикатів і сировини у літрах або кілограмах на 1000 дал напою подано у Додатку М (таблиця М.5, таблиця М.6).

Для всіх варіантів: соки і морси надходять на підприємство у готовому вигляді зі спеціалізованих соко-морсових заводів; для приготування лікеро-горілчаних напоїв та напівфабрикатів використовують спирт етиловий ректифікований вищого очищення міцністю $a_{р.сп.}^{нап.}$ = 96,2 об.%; міцність напівфабрикатів: морсів – $a_{сп.}^{морс}$ = 50 об.%; спиртованих соків – $a_{сп.}^{сік}$ = 25 об.%; настоїв сировини – $a_{сп.}^{н.сир.}$ = 55 об.%; ароматних спиртів – $a_{сп.}^{ар.сп.}$ = 72 об.%; лікеро-горілчані напої розливають у пляшки місткістю $V_{пл.} = 0,25$ л; втрати спирту, сировини, напівфабрикатів та тари під час виробництва лікеро-горілчаних напоїв приймають такими самими як і втрати, які наведені у прикладі практичної роботи.

Кількість води $V_{вод.}^{100сп.}$ [дал], яку необхідно додати до 100 дал спирту міцністю 96,2 об.% для утворення водно-спиртової суміші заданої концентрації спирту визначається за таблицею 13.9.

Таблиця 13.9 – Кількість води $V_{вод.}^{100сп.}$, яку необхідно додати до 100 дал спирту міцністю 96,2 об.% для утворення водно-спиртової суміші

Міцність напою, напівфабрикату $a_{р.сп.}^{нап.}$, об.%	Кількість води $V_{вод.}^{100сп.}$, дал	Міцність напою, напівфабрикату $a_{р.сп.}^{нап.}$, об.%	Кількість води $V_{вод.}^{100сп.}$, дал
18	441,58	25	292,41
19	413,53	40	147,59
20	388,34	50	98,48
24	308,41	55	80,41

Контрольні запитання

1. Як розраховується витрата безводного спирту для виробництва 1000 дал лікеро-горілчаного напою?
2. Як розраховується витрата ректифікованого спирту для виробництва 1000 дал лікеро-горілчаного напою?
3. Як розраховується витрата виправленої води для виробництва 1000 дал лікеро-горілчаного напою?
4. Як розраховується загальна кількість безводного спирту та спирту ректифікату, що надходить у купаж для приготування 1000 дал напоїв?
5. Як розраховується необхідна кількість тари для лікеро-горілчаних виробів?

Використані джерела: [1б–3б].

Практичне заняття № 14
Технологічний розрахунок виробництва пива

Мета: навчитися проводити технологічні розрахунки для виробництва пива.

Порядок виконання роботи

Умова. Розрахувати необхідну кількість сировини та проміжних продуктів для виробництва пива (на 100 кг відсортованого ячменю, на 100 кг товарного солоду, на 1 дал товарного пива), якщо відомо вміст сухих речовин в ячмені $a^{с.р.}_{зерн.} = 87\,\%$ та втрати сухих речовин зерна: на сплав – $B^{с.р.}_{спл.} = 1,0\,\%$; на розчинення – $B^{с.р.}_{розч.} = 0,5\,\%$; на дихання – $B^{с.р.}_{дих.} = 5,5\,\%$; на утворення ростків – $B^{с.р.}_{рост.} = 4,3\,\%$. Крім того, розрахувати витрату товарного ячменю для виробництва 100 кг світлого, темного, карамельного та паленого солодів. Також відомі: вологість замоченого ячменю – $W_{зам.зерн.} = 43\,\%$; вологість зеленого солоду – $W_{з.сол.} = 41\%$; вологість сухого солоду – $W_{с.сол.} = 3\,\%$; вологість відлежаного солоду – $W_{відл.сол.} = 6$ %; втрати сухих речовин під час полірування відлежаного солоду – $B^{с.р.}_{пол.} = 0,5\,\%$; вологість сирого сплаву зерна – $W_{с.спл.} = 30\,\%$; вологість повітряно-сухого сплаву зерна – $W_{п.с.спл.} = 15\,\%$; вологість ростків – $W_{рост.} = 11\,\%$; втрати сухих речовин під час виробництва темного солоду – $B^{с.р.}_{тем.сол.} = 14\,\%$; екстрактивність солоду, що йде на затирання, становить $e_{т.сол.} = 76\,\%$ на суху речовину; втрати в солодовій дробині від маси екстракту – $B_{сол.др.} = 2\,\%$; сусло для пива готується з концентрацією сухих речовин – $a^{с.р.}_{сусл.} = 12\,\%$; густина 12%-го сусла – $\rho^{20^\circ\mathrm{C}}_{сусл.} = 1,0484$ кг/л; загальні втрати сусла від об'єму гарячого сусла – $B_{сусл.} = 6\,\%$; втрати у бродильному відділенні від об'єму холодного сусла – $B_{брод.} = 3\,\%$; втрати у лагерному і фільтрувальному відділеннях від об'єму зеленого пива – $B_{філ.} = 3\,\%$; втрати пива під час розливання у пляшки – $B_{пиво} = 2\,\%$; витрата хмелю на 1 дал пива – $m_{хм./дал} = 30$ г/дал. Із 100 кг товарного ячменю, що надходить у заводське зерносховище, виходить 87,5 кг відсортованого ячменю (I та II сортів), решта 12,5 кг складають сміттєві домішки, втрати під час транспортування і зберігання, а також ячмінь III сорту.

Розв'язок

Визначимо кількість сировини та проміжних продуктів на $m_{відс.зерн.} = 100$ кг очищеного (відсортованого) ячменю. Сумарні втрати сухих речовин зерна під час замочування:

$$B^{с.р.}_{зам.} = B^{с.р.}_{спл.} + B^{с.р.}_{розч.} = 1 + 0,5 = 1,5\,\%.$$

Маса сухих речовин в ячмені до замочування:

$$m_{зерн.}^{с.р.} = \frac{m_{відс.зерн.} a_{зерн.}^{с.р.}}{100} = \frac{100 \cdot 87}{100} = 87 \text{ кг.}$$

Вміст сухих речовин в ячмені після замочування:

$$m_{зам.зерн.}^{с.р.} = m_{зерн.}^{с.р.} \cdot \frac{(100 - B_{зам.}^{с.р.})}{100} = 87 \cdot \frac{(100 - 1,5)}{100} = 85,7 \text{ кг.}$$

Маса замоченого ячменю за його вологості $W_{зам.зерн.} = 43\,\%$ становить:

$$m_{зам.зерн.} = \frac{m_{зам.зерн.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{зам.зерн.})} = \frac{85,7 \cdot 100}{(100 - 43)} = 150,4 \text{ кг.}$$

Маса сухих речовин у зеленому солоді із врахуванням втрат на сплав, розчинення та дихання:

$$m_{з.сол.}^{с.р.} = \frac{m_{зерн.}^{с.р.} (100 - B_{спл.}^{с.р.} - B_{розч.}^{с.р.} - B_{дих.}^{с.р.})}{100} = \frac{87 \cdot (100 - 1 - 0,5 - 5,5)}{100} = 80,9 \text{ кг.}$$

За вологості зеленого солоду $W_{з.сол.} = 41\,\%$ його маса становитиме:

$$m_{з.сол.} = \frac{m_{з.сол.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{з.сол.})} = \frac{80,9 \cdot 100}{(100 - 41)} = 137,1 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин у ростках:

$$m_{рост.}^{с.р.} = \frac{m_{зерн.}^{с.р.} B_{рост.}^{с.р.}}{100} = \frac{87 \cdot 4,3}{100} = 3,74 \text{ кг.}$$

Кількість сухих речовин у свіжовисушеному солоді після видалення ростків:

$$m_{с.сол.}^{с.р.} = m_{з.сол.}^{с.р.} - m_{рост.}^{с.р.} = 80,9 - 3,74 = 77,2 \text{ кг.}$$

За вологості сухого солоду $W_{с.сол.} = 3\,\%$ його маса становитиме:

$$m_{с.сол.} = \frac{m_{с.сол.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{с.сол.})} = \frac{77,2 \cdot 100}{(100 - 3)} = 79,6 \text{ кг.}$$

Після відлежування вологість солоду збільшується. Оскільки вологість відлежаного солоду $W_{відл.сол.} = 6\,\%$, тоді його маса становитиме:

$$m_{відл.сол.} = \frac{m_{с.сол.}^{с.р.} \cdot 100}{(100 - W_{відл.сол.})} = \frac{77,2 \cdot 100}{(100 - 6)} = 82,1 \text{ кг.}$$

Так як втрати сухих речовин під час полірування відлежаного солоду становлять $B_{пол.}^{с.р.} = 0,5\,\%$ від маси відлежаного солоду, тоді кількість сухих речовин у товарному солоді після полірування буде:

$$m_{т.сол.}^{с.р.} = m_{с.сол.}^{с.р.} - \frac{m_{відл.сол.} B_{пол.}^{с.р.}}{100} = 77,2 - \frac{82,1 \cdot 0,5}{100} = 76,8 \text{ кг.}$$

Вихід товарного солоду із відлежаного становитиме:

$$m_{т.сол.} = \frac{m^{с.р.}_{т.сол.} \cdot 100}{(100 - W_{відл.сол.})} = \frac{76,8 \cdot 100}{(100-6)} = 81,7 \text{ кг.}$$

Оскільки, відповідно до завдання вихід відсортованого ячменю із 100 кг товарного ячменю становить 87,5 кг, тобто $a_{відс.зерн.} = 87,5\,\%$, тоді на 100 кг відсортованого ячменю необхідно несортованого (товарного) ячменю:

$$m_{т.зерн.} = \frac{100 \cdot 100}{a_{відс.зерн.}} = \frac{100 \cdot 100}{87,5} = 114,3 \text{ кг.}$$

Отже, щоб мати масу товарного солоду $m_{т.сол.} = 81,7$ кг, необхідно переробити масу відсортованого ячменю $m_{відс.зерн.} = 100$ кг чи масу несортованого ячменю $m_{т.зерн.} = 114,3$ кг.

Вихід товарного солоду відносно несортованого ячменю:

$$a_{т.сол.} = \frac{m_{т.сол.} \cdot 100}{m_{т.зерн.}} = \frac{81,7 \cdot 100}{114,3} = 71,5\,\%.$$

Отже, на 100 кг товарного солоду витрати складуть:

- відсортованого ячменю:

$$m^{100сол.}_{відс.зерн.} = \frac{100 \cdot 100}{m_{т.сол.}} = \frac{100 \cdot 100}{81,7} = 122,4 \text{ кг;}$$

- несортованого (товарного) ячменю:

$$m^{100сол.}_{т.зерн.} = \frac{m_{т.зерн.} \cdot 100}{m_{т.сол.}} = \frac{114,3 \cdot 100}{81,7} = 139,9 \text{ кг.}$$

Маса втрат сухих речовин зерна на сплав становить:

$$m^{с.р.}_{спл.зерн.} = \frac{m^{с.р.}_{зерн.} \cdot B^{с.р.}_{спл.}}{100} = \frac{87 \cdot 1}{100} = 0,87 \text{ кг.}$$

За вологості сирого сплаву зерна $W_{с.спл.} = 30\,\%$, його маса становитиме:

$$m_{с.спл.зерн.} = \frac{m^{с.р.}_{спл.зерн.} \cdot 100}{(100 - W_{с.спл.})} = \frac{0,87 \cdot 100}{(100-30)} = 1,24 \text{ кг.}$$

За вологості повітряно-сухого сплаву зерна $W_{п.с.спл.} = 15\,\%$, його маса становитиме:

$$m_{п.с.спл.зерн.} = \frac{m^{с.р.}_{спл.зерн.} \cdot 100}{(100 - W_{п.с.спл.})} = \frac{0,87 \cdot 100}{(100-15)} = 1,02 \text{ кг.}$$

За вологості ростків $W_{рост.} = 11\,\%$, їх маса у повітряно-сухому стані становитиме:

$$m_{рост.} = \frac{m^{с.р.}_{рост.} \cdot 100}{(100 - W_{рост.})} = \frac{3,74 \cdot 100}{(100-11)} = 4,2 \text{ кг.}$$

Під час виробництва темного, карамельного і паленого солодів втрати сухих речовин збільшуються у порівнянні з втратами під час виробництва світлого солоду. Якщо втрати сухих речовин під час виробництва темного солоду становлять $B^{с.р.}_{тем.сол.} = 14\ \%$, тоді вміст сухих речовин у ньому:

$$m^{с.р.}_{тем.сол.} = \frac{m^{с.р.}_{зерн.}(100 - B^{с.р.}_{тем.сол.})}{100} = \frac{87 \cdot (100 - 14)}{100} = 74,8 \text{ кг.}$$

Оскільки вологість відлежаного солоду $W_{відл.сол.} = 6\ \%$, тоді його вихід становитиме:

$$m_{тем.сол.} = \frac{m^{с.р.}_{тем.сол.} \cdot 100}{(100 - W_{відл.сол.})} = \frac{74,8 \cdot 100}{(100 - 6)} = 79,6 \text{ кг.}$$

Отже, для виробництва темного солоду у кількості, що дорівнює кількості світлого солоду, необхідно відсортованого ячменю взяти у стільки разів більше, у скільки разів вихід світлого солоду більший від виходу темного, тобто коефіцієнт перерахунку буде:

$$K^{св./тем.}_{сол.} = \frac{m_{т.сол.}}{m_{тем.сол.}} = \frac{81,7}{79,6} = 1,03 \text{ рази.}$$

З 1 кг світлого солоду виходить 0,9 кг карамельного солоду, відповідно коефіцієнт перерахунку буде:

$$K^{св./кар.}_{сол.} = \frac{m_{т.сол.}}{m_{кар.сол.}} = \frac{1}{0,9} = 1,11 \text{ рази.}$$

З 1 кг світлого солоду виходить 0,8 кг паленого солоду, відповідно коефіцієнт перерахунку буде:

$$K^{св./пал.}_{сол.} = \frac{m_{т.сол.}}{m_{пал.сол.}} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ рази.}$$

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.

Наприклад, витрата товарного ячменю становитиме:

- на 100 кг темного солоду:

$$m_{т.зерн.} = m^{100сол.}_{т.зерн.} K^{св./тем.}_{сол.} = 139,9 \cdot 1,03 = 144,1 \text{ кг;}$$

- на 100 кг карамельного солоду:

$$m_{т.зерн.} = m^{100сол.}_{т.зерн.} K^{св./кар.}_{сол.} = 139,9 \cdot 1,11 = 155,3 \text{ кг;}$$

- на 100 кг паленого солоду:

$$m_{т.зерн.} = m^{100сол.}_{т.зерн.} K^{св./пал.}_{сол.} = 139,9 \cdot 1,25 = 174,9 \text{ кг.}$$

Екстрактивність солоду, що йде на затирання, становить $e_{т.сол.} = 76\ \%$ на суху речовину, тоді кількість екстракту буде:

$$m_{екстр.} = \frac{m^{с.р.}_{т.сол.} e_{т.сол}}{100} = \frac{76,8 \cdot 76}{100} = 58,4 \text{ кг.}$$

Якщо втрати в солодовій дробині від маси екстракту $B_{сол.др.} = 2\,\%$, тоді кількість екстракту, що переходить у сусло, становитиме:

$$m_{екстр.сусл.} = \frac{m_{екстр.}(100 - B_{сол.др.})}{100} = \frac{58,4 \cdot (100-2)}{100} = 57,2 \text{ кг.}$$

Сусло для пива готується з концентрацією сухих речовин $a_{сусл.}^{с.р.} = 12\,\%$, тоді маса утвореного сусла буде:

$$m_{сусл.} = \frac{m_{екстр.сусл.} \cdot 100}{a_{сусл.}^{с.р.}} = \frac{57,2 \cdot 100}{12} = 476,7 \text{ кг.}$$

Об'єм сусла за температури +20°С:

$$V_{сусл.} = \frac{m_{сусл.}}{\rho_{сусл.}^{20^\circ С}} = \frac{476,7}{1,0484} = 454,7 \text{ л.}$$

Об'єм гарячого сусла за температури +100°С:

$$V_{г.сусл.} = 1,04 \cdot V_{сусл.} = 1,04 \cdot 454,7 = 472,9 \text{ л.}$$

Загальні втрати сусла складають $B_{сусл.} = 6\,\%$ від об'єму гарячого сусла, тоді об'єм холодного сусла становитиме:

$$V_{х.сусл.} = \frac{V_{г.сусл.}(100 - B_{сусл.})}{100} = \frac{472,9 \cdot (100-6)}{100} = 444,5 \text{ л.}$$

У бродильному відділенні втрати складають $B_{брод.} = 3\,\%$ від об'єму холодного сусла, тоді вихід зеленого (молодого) пива становитиме:

$$V_{з.пиво} = \frac{V_{х.сусл.}(100 - B_{брод.})}{100} = \frac{444,5 \cdot (100-3)}{100} = 431,2 \text{ л.}$$

У лагерному і фільтрувальному відділеннях втрати складають $B_{філ.} = 3\,\%$ від об'єму зеленого пива, тоді вихід фільтрованого пива становитиме:

$$V_{філ.пиво} = \frac{V_{з.пиво}(100 - B_{філ.})}{100} = \frac{431,2 \cdot (100-3)}{100} = 418,3 \text{ л.}$$

Втрати пива під час розливання у пляшки становлять $B_{пиво} = 2\,\%$, тоді вихід готового (товарного) пива складе:

$$V_{т.пиво} = \frac{V_{філ.пиво}(100 - B_{пиво})}{100} = \frac{418,3 \cdot (100-2)}{100} = 409,9 \text{ л.}$$

Вихід товарного пива з гарячого сусла:

$$a_{т.пиво} = \frac{V_{т.пиво} \cdot 100}{V_{г.сусл}} = \frac{409,9 \cdot 100}{472,9} = 86,7\,\%.$$

Оскільки витрата хмелю на 1 дал пива становить $m_{хм./дал} = 30$ г/дал, тоді загальна витрата хмелю становитиме:

$$m_{хм.} = \frac{m_{хм./дал} V_{т.пиво}}{10} = \frac{30 \cdot 409,9}{10} = 1230 \text{ г} = 1,23 \text{ кг}.$$

Результати здійснених розрахунків на 100 кг відсортованого ячменю подані в таблиці 14.1.

Проведені обчислення дозволили визначити кількість потрібної сировини, вихід напівфабрикатів, відходів і готової продукції на 100 кг відсортованого ячменю. Іноді є необхідність здійснити розрахунки на 100 кг товарного солоду або на 1 дал товарного пива. Оскільки вихід товарного солоду зі 100 кг відсортованого ячменю становить 81,7 кг, відповідно усі дані стовпчика 2 в таблиці 12.1 необхідно помножити на коефіцієнт $k_{сол.}^{100кг} = \frac{100}{m_{т.сол.}} = \frac{100}{81,7} = 1,224$. Для визначення кількості сировини, напівфабрикатів, відходів на 1 дал готового пива необхідно усі дані стовпчика 2 в таблиці 14.1 помножити на коефіцієнт $k_{пиво}^{1дал} = \frac{100}{10 \cdot V_{т.пиво}} = \frac{100}{10 \cdot 409,9} = 0,0244$, оскільки вихід товарного пива зі 100 кг сортованого ячменю становить 409,9 л.

Таблиця 14.1 – Результати технологічного розрахунку виробництва пива

Сировина, напівфабрикати, відходи	Кількість сировини, напівфабрикатів та відходів, кг (л)		
	на 100 кг відсортованого ячменю	на 100 кг товарного солоду	на 1 дал товарного пива
1	2	3	4
Товарний ячмінь	114,3 кг	139,9 кг	2,789 кг
Відсортований ячмінь	100,0 кг	122,4 кг	2,440 кг
Замочений ячмінь	150,4 кг	184,1 кг	3,670 кг
Зелений солод	137,1 кг	167,8 кг	3,345 кг
Свіжовисушений солод	79,6 кг	97,4 кг	1,942 кг
Відлежаний солод	82,1 кг	100,5 кг	2,003 кг
Товарний солод	81,7 кг	100,0 кг	1,993 кг
Сплав повітряно-сухий	1,02 кг	1,25 кг	0,025 кг
Ростки	4,2 кг	5,1 кг	0,102 кг
Гаряче сусло	472,9 л	578,8 л	11,539 л
Охолоджене сусло	444,5 л	544,1 л	10,846 л
Зелене (молоде) пиво	431,2 л	527,8 л	10,521 л
Фільтроване пиво	418,3 л	512,0 л	10,207 л
Товарне пиво	409,9 л	501,7 л	10,000 л
Хміль	1,23 кг	1,51 кг	0,030 кг

Завдання

Завдання. Розрахувати необхідну кількість сировини та проміжних продуктів для виробництва пива (на 100 кг відсортованого ячменю, на 100 кг товарного солоду, на 1 дал товарного пива), якщо відомо вміст сухих речовин в ячмені $a_{зерн.}^{с.р.}$ [%] та втрати сухих речовин зерна: на сплав – $B_{спл.}^{с.р.}$ [%]; на розчинення – $B_{розч.}^{с.р.}$ [%]; на дихання – $B_{дих.}^{с.р.}$ [%]; на утворення ростків – $B_{рост.}^{с.р.}$ [%]. Крім того, розрахувати витрату товарного ячменю для виробництва 100 кг світлого, темного, карамельного та паленого солодів. Також відомі: вологість замоченого ячменю – $W_{зам.зерн.}$ [%]; вологість зеленого солоду – $W_{з.сол.}$ [%]; втрати на ростки від маси сухих речовин зерна – $B_{рост.}^{с.р.}$ [%]; вологість сухого солоду – $W_{с.сол.}$ [%]; вологість відлежаного солоду – $W_{відл.сол.}$ [%]; втрати сухих речовин під час полірування відлежаного солоду – $B_{пол.}^{с.р.}$ [%]; вологість сирого сплаву зерна – $W_{с.спл.}$ [%]; вологість повітряно-сухого сплаву зерна – $W_{п.с.спл.}$ [%]; вологість ростків – $W_{рост.}$ [%]; втрати сухих речовин під час виробництва темного солоду – $B_{тем.сол.}^{с.р.}$ [%]; екстрактивність солоду, що йде на затирання, становить $e_{т.сол.}$ [%] на суху речовину; втрати в солодовій дробині від маси екстракту – $B_{сол.др.}$ [%]; сусло для пива готується з концентрацією сухих речовин – $a_{сусл.}^{с.р.}$ [%]; густина $a_{сусл.}^{с.р.}$ %-го сусла – $\rho_{сусл.}^{20^{\circ}\mathrm{C}}$ [кг/л]; загальні втрати сусла від об'єму гарячого сусла – $B_{сусл.}$ [%]; втрати у бродильному відділенні від об'єму холодного сусла – $B_{брод.}$ [%]; втрати у лагерному і фільтрувальному відділеннях від об'єму зеленого пива – $B_{філ.}$ [%]; втрати пива під час розливання у пляшки – $B_{пиво}$ [%]; витрата хмелю на 1 дал пива – $m_{хм./дал}$ [г/дал]. Із 100 кг товарного ячменю, що надходить у заводське зерносховище, виходить 87,5 кг відсортованого ячменю (I та II сортів), решта 12,5 кг складають сміттєві домішки, втрати під час транспортування і зберігання, а також ячмінь III сорту. Усі дані для розрахунку виробництва пива вибирають у відповідності до варіанту згідно з Додатком Н (таблиця Н.1, таблиця Н.2, таблиця Н.3, таблиця Н.4, таблиця Н.5).

Контрольні запитання

1. Як розраховують вихід зеленого та свіжовисушеного солодів?
2. Як розраховують кількість товарного солоду?
3. Як розраховують кількість темного, карамельного та паленого солодів?
4. Як розраховують кількість фільтрованого та товарного пива?

Використані джерела: [1б–3б].

Практичне заняття № 15
Технологічні розрахунки під час зберігання та переробки зерна

Мета: навчитися проводити технологічні розрахунки для зберігання та переробки зерна.

Порядок виконання роботи

Умова. Визначити масу зерна пшениці після зберігання на складі насипом протягом $n_{д.} = 130$ діб. Зерно пшениці надійшло на склад після первинного і вторинного очищення зернового вороху та сушіння зерна. Маса зернового вороху, що надійшов на первинне очищення, – $m_{з.вор.}^{поч.} = 52000$ кг. Вміст сміттєвих домішок у зерновому воросі до первинного очищення – $a_{см.д.}^{поч.} = 2,3\%$. Вміст сміттєвих домішок у зерновому воросі після первинного очищення – $a_{см.д.}^{кінц.} = 1,2\%$. Вміст зернових домішок у зерні до вторинного очищення – $a_{з.д.}^{поч.} = 3,4\%$. Вміст зернових домішок у зерні після вторинного очищення – $a_{з.д.}^{кінц.} = 1,1\%$. Початкова відносна вологість зерна – $W_{зерно}^{поч.} = 19,8\%$. Відносна вологість зерна після сушіння – $W_{зерно}^{кінц.} = 14\%$. Втрати зерна під час переміщення на складі – $B_{зерно}^{скл.} = 0,04\%$.

Розв'язок

Маса зернового вороху після первинного очищення:

$$m_{з.вор.}^{п.оч.} = m_{з.вор.}^{поч.} \frac{(100 - a_{см.д.}^{поч.})}{(100 - a_{см.д.}^{кінц.})} = 52000 \cdot \frac{(100 - 2,3)}{(100 - 1,2)} = 51421 \text{ кг.}$$

Маса зерна після вторинного очищення:

$$m_{зерно}^{вт.оч.} = m_{з.вор.}^{п.оч.} \frac{(100 - a_{з.д.}^{поч.})}{(100 - a_{з.д.}^{кінц.})} = 51421 \cdot \frac{(100 - 3,4)}{(100 - 1,1)} = 50225 \text{ кг.}$$

Приймаємо, що під час очищення зерна його відносна вологість зменшується на 0,5%, тоді маса зерна після сушіння:

$$m_{зерно}^{суш.} = m_{зерно}^{вт.оч.} \frac{(100 - (W_{зерно}^{поч.} - 0,5))}{(100 - W_{зерно}^{кінц.})} = 50225 \cdot \frac{(100 - (19,8 - 0,5))}{(100 - 14)} = 47130 \text{ кг.}$$

Маса зерна на складі з врахуванням втрат зерна під час переміщення на складі:

$$m_{зерно}^{скл.} = \frac{m_{зерно}^{суш.} (100 - B_{зерно}^{скл.})}{100} = \frac{47130 \cdot (100 - 0,04)}{100} = 47111 \text{ кг.}$$

Під час зберігання зерна внаслідок дихання та випаровування вологи відбувається зменшення його кількості. Для врахування цих втрат зерна

встановлені норми природних втрат маси зерна під час зберігання, що представлені в таблиця 15.1.

Визначимо втрати маси зерна під час зберігання. Оскільки зерно зберігається на складі протягом $n_{д.} = 130$ діб, відповідно, втрати маси зерна під час зберігання визначаються за формулою:

$$B_{<6,м} = B_{3,м} + \frac{(B_{6,м} - B_{3,м})(n_{д.} - 90)}{90} = 0,07 + \frac{(0,09 - 0,07)(130 - 90)}{90} = 0,079\,\%.$$

Отже, маса зерна пшениці на складі після 130 діб зберігання становитиме:

$$m_{зерно}^{зб.} = \frac{m_{зерно}^{скл.}(100 - B_{<6,м})}{100} = \frac{47111 \cdot (100 - 0,079)}{100} = 47074 \text{ кг.}$$

Таблиця 15.1 – Норми природних втрат маси зерна під час зберігання, %

Культура	Термін зберігання, міс.	На складі		На елеваторі
		насипом	у тарі	
Пшениця, жито, ячмінь	до 3	0,07	0,04	0,06
	до 6	0,09	0,06	0,07
	до 12	0,12	0,09	0,10
Овес	до 3	0,09	0,05	0,06
	до 6	0,13	0,07	0,08
	до 12	0,17	0,09	0,12
Гречка, рис	до 3	0,08	0,06	0,06
	до 6	0,11	0,07	0,08
	до 12	0,15	0,10	0,12
Просо	до 3	0,11	0,06	0,07
	до 6	0,15	0,08	0,09
	до 12	0,19	0,10	0,14
Горох	до 3	0,07	0,04	0,05
	до 6	0,09	0,06	0,07
	до 12	0,12	0,08	0,10
Кукурудза	до 3	0,13	0,12	0,14
	до 6	0,17	0,15	0,18
	до 12	0,21	0,20	0,23
Соняшник	до 3	0,20	0,12	0,14
	до 6	0,25	0,15	0,18
	до 12	0,30	0,20	0,23

Умова. Визначити розрахунковий вихід продукції під час трьохсортного помелу пшениці, якщо перероблено $m_{зерно} = 12000000$ кг зерна пшениці. Базисні показники якості зерна пшениці: вологість – $W_{зерно}^{баз.} = 14,5\,\%$; скловидність –

$c_{зерно}^{баз.} = 50\,\%$; зольність – $з_{зерно}^{баз.} = 1{,}85\,\%$; вміст сміттєвих домішок – $a_{см.д.}^{баз.} = 1\,\%$; вміст зернових домішок – $a_{з.д.}^{баз.} = 1\,\%$; натура пшениці – $\rho_{нат.}^{баз.} = 775$ г/л. Базисний вихід продукції: манної крупи – $a_{м.кр.}^{баз.} = 2{,}0\,\%$; борошна вищого сорту – $a_{б.в.с.}^{баз.} = 55{,}0\,\%$; борошна першого сорту – $a_{б.п.с.}^{баз.} = 15{,}0\,\%$; борошна другого сорту – $a_{б.д.с.}^{баз.} = 4{,}0\,\%$; загальна кількість борошна (продукції) – $a_{б.заг.}^{баз.} = 76{,}0\,\%$; висівок – $a_{вис.}^{баз.} = 20{,}6\,\%$; кормового зернопродукту – $a_{к.зп.}^{баз.} = 2{,}7\,\%$; відходів та механічних втрат – $a_{відх.}^{баз.} = 0{,}7$ %; сума усіх виходів – $a_{вихід.заг.}^{баз.} = 100{,}0\,\%$. Фактичні показники якості зерна, що надійшло на переробку: вологість – $W_{зерно}^{факт.} = 13{,}6\,\%$; скловидність – $c_{зерно}^{факт.} = 44\,\%$; зольність – $з_{зерно}^{факт.} = 1{,}88\,\%$; вміст сміттєвих домішок – $a_{см.д.}^{факт.} = 1{,}5\,\%$; вміст зернових домішок – $a_{з.д.}^{факт.} = 2{,}4\,\%$; натура пшениці – $\rho_{нат.}^{факт.} = 763$ г/л. Розрахункова вологість продукції – $W_{пр.}^{розр.} = 14{,}5\,\%$. Усі обчислення провести з точністю 0,01%.

Розв'язок

Розрахунок за вологістю. Розрахункове зволоження (усушка):

$$\Delta_{розр.} = \frac{\left|W_{зерно}^{факт.} - W_{пр.}^{розр.}\right| \cdot 100}{(100 - W_{пр.}^{розр.})} = \frac{|13{,}6 - 14{,}5| \cdot 100}{(100 - 14{,}5)} = 1{,}05\,\%.$$

Надбавку зі знаком "+" до загального виходу борошна та висівок роблять у розмірі 0,5% на кожен процент розрахункового зволоження, відповідно, матимемо:

$$\delta_{зв.} = \Delta_{розр.} \cdot 0{,}5 = 1{,}05 \cdot 0{,}5 = +0{,}53\,\%.$$

Необхідно зауважити, що величина усушки при цьому зменшиться на цю ж величину, але зі знаком "–": $\delta_{ус.} = -\delta_{зв.} = -0{,}53\,\%$.

Загальна надбавка $\delta_{зв.} = +0{,}53\,\%$ припадає на вихід борошна та висівок $a_{б.+вис.}^{баз.} = a_{б.заг.}^{баз.} + a_{вис.}^{баз.} = 76 + 20{,}6 = 96{,}6\,\%$ (вихід манної крупи додається до виходу борошна, оскільки окремо знижки та надбавки для неї не розраховуються). Розрахунок надбавки за вологістю для сортів борошна та висівок проводять пропорційно їх базисним виходам:

- борошно вищого сорту та манна крупа:

$$\delta_{вол.}^{б.в.с.} = \frac{\delta_{зв.}(a_{м.кр.}^{баз.} + a_{б.в.с.}^{баз.})}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{+0{,}53 \cdot (2 + 55)}{96{,}6} = +0{,}31\%;$$

- борошно першого сорту:

$$\delta_{вол.}^{б.п.с.} = \frac{\delta_{зв.} a_{б.п.с.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{+0{,}53 \cdot 15}{96{,}6} = +0{,}08\,\%;$$

- борошно другого сорту:

$$\delta_{вол.}^{б.д.с.} = \frac{\delta_{зв.} a_{б.д.с.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{+0,53 \cdot 4}{96,6} = +0,02\ \%;$$

- висівки:

$$\delta_{вол.}^{вис.} = \frac{\delta_{зв.} a_{вис.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{+0,53 \cdot 20,6}{96,6} = +0,12\ \%.$$

Сума усіх розрахованих надбавок має бути рівною загальній надбавці $\delta_{зв.} = +0,53\ \%$, тобто $\delta_{вол.}^{б.в.с.} + \delta_{вол.}^{б.п.с.} + \delta_{вол.}^{б.д.с.} + \delta_{вол.}^{вис.} = 0,31 + 0,08 + 0,02 + 0,12 = 0,53\ \%$. Усі одержані надбавки для кожного виду продукції заносимо в таблицю 15.2 в рядок розрахунку за вологістю зі знаком "+", а у стовпчик "Усушка" записують загальну величину знижки, що за величиною рівна загальній надбавці, але зі знаком "–". У стовпчик "Всього" записують "0", оскільки $\delta_{зв.} + \delta_{ус.} = +0,53 + (-0,53) = 0$.

Розрахунок за натурою. На кожен грам натури, що менше базисного значення $\rho_{нат.}^{баз.} = 775$ г/л, вихід борошна зменшується на 0,05%, а вихід висівок зростає на таку ж величину. Враховуючи зазначене, отримаємо загальну знижку:

$$\delta_{нат.} = (\rho_{нат.}^{факт.} - \rho_{нат.}^{баз.}) \cdot 0,05 = (763 - 775) \cdot 0,05 = -0,6\ \%.$$

Розрахунок знижки за натурою для сортів борошна проводять пропорційно їх базисним виходам:

- борошно вищого сорту та манна крупа:

$$\delta_{нат.}^{б.в.с.} = \frac{\delta_{нат.} (a_{м.кр.}^{баз.} + a_{б.в.с.}^{баз.})}{a_{б.заг.}^{баз.}} = \frac{-0,6 \cdot (2 + 55)}{76} = -0,45\ \%;$$

- борошно першого сорту:

$$\delta_{нат.}^{б.п.с.} = \frac{\delta_{нат.} a_{б.п.с.}^{баз.}}{a_{б.заг.}^{баз.}} = \frac{-0,6 \cdot 15}{76} = -0,12\ \%;$$

- борошно другого сорту:

$$\delta_{нат.}^{б.д.с.} = \frac{\delta_{нат.} a_{б.д.с.}^{баз.}}{a_{б.заг.}^{баз.}} = \frac{-0,6 \cdot 4}{76} = -0,03\ \%.$$

Сума усіх розрахованих знижок має бути рівною загальній знижці $\delta_{нат.} = -0,6\ \%$, тобто $\delta_{нат.}^{б.в.с.} + \delta_{нат.}^{б.п.с.} + \delta_{нат.}^{б.д.с.} = -0,45 - 0,12 - 0,03 = -0,6\ \%$. Усі одержані знижки для кожного виду продукції записують в таблицю 15.2 в рядок розрахунку за натурою зі знаком "–", а у стовпчик "Висівки" записують загальну величина надбавки, що за величиною рівна загальній знижці, але зі знаком "+". У стовпчику "Всього" записують "0".

Розрахунок за скловидністю. На кожен процент скловидності зерна пшениці, що менше базисного значення $c_{зерно}^{баз.} = 50\ \%$, вихід борошна зменшується на 0,05%, а вихід висівок зростає на таку ж величину. Враховуючи зазначене, отримаємо загальну знижку:

$$\delta_{скл.} = (c_{зерно}^{факт.} - c_{зерно}^{баз.}) \cdot 0,05 = (44 - 50) \cdot 0,05 = -0,3\,\%.$$

Розрахунок знижки за скловидністю для сортів борошна проводять пропорційно їх базисним виходам:

- борошно вищого сорту та манна крупа:

$$\delta_{скл.}^{б.в.с.} = \frac{\delta_{скл.}(a_{м.кр.}^{баз.} + a_{б.в.с.}^{баз.})}{a_{б.заг.}^{баз.}} = \frac{-0,3 \cdot (2 + 55)}{76} = -0,23\,\%;$$

- борошно першого сорту:

$$\delta_{скл.}^{б.п.с.} = \frac{\delta_{скл.} a_{б.п.с.}^{баз.}}{a_{б.заг.}^{баз.}} = \frac{-0,3 \cdot 15}{76} = -0,06\,\%;$$

- борошно другого сорту:

$$\delta_{скл.}^{б.д.с.} = \frac{\delta_{скл.} a_{б.д.с.}^{баз.}}{a_{б.заг.}^{баз.}} = \frac{-0,3 \cdot 4}{76} = -0,01\,\%.$$

Сума усіх розрахованих знижок має бути рівною загальній знижці $\delta_{скл.} = -0,3\,\%$, тобто $\delta_{скл.}^{б.в.с.} + \delta_{скл.}^{б.п.с.} + \delta_{скл.}^{б.д.с.} = -0,23 - 0,06 - 0,01 = -0,3\,\%$. Усі одержані знижки для кожного виду продукції записують в таблицю 15.2 в рядок розрахунку за скловидністю зі знаком "–", а у стовпчик "Висівки" записують загальну величину надбавки, що за величиною рівна загальній знижці, але зі знаком "+". У стовпчику "Всього" записують "0".

Розрахунок за сміттєвими домішками. На кожен процент сміттєвих домішок у зерні пшениці, що більше базисного значення $a_{см.д.}^{баз.} = 1\,\%$, вихід борошна та висівок зменшується на 1,0%, а вихід кормового зернопродукту збільшується на таку ж величину. Враховуючи зазначене, отримаємо загальну знижку:

$$\delta_{см.д.} = (a_{см.д.}^{баз.} - a_{см.д.}^{факт.}) \cdot 1 = (1 - 1,5) \cdot 1 = -0,5\,\%.$$

Розрахунок знижки за сміттєвими домішками для сортів борошна і висівок проводять пропорційно їх базисним виходам:

- борошно вищого сорту та манна крупа:

$$\delta_{см.д.}^{б.в.с.} = \frac{\delta_{см.д.}(a_{м.кр.}^{баз.} + a_{б.в.с.}^{баз.})}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{-0,5 \cdot (2 + 55)}{96,6} = -0,3\,\%;$$

- борошно першого сорту:

$$\delta_{см.д.}^{б.п.с.} = \frac{\delta_{см.д.} a_{б.п.с.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{-0,5 \cdot 15}{96,6} = -0,08\,\%;$$

- борошно другого сорту:

$$\delta_{см.д.}^{б.д.с.} = \frac{\delta_{см.д.} a_{б.д.с.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{-0,5 \cdot 4}{96,6} = -0,02\,\%;$$

- висівки:

$$\delta_{см.д.}^{вис.} = \frac{\delta_{см.д.} a_{вис.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{-0,5 \cdot 20,6}{96,6} = -0,1\,\%.$$

Сума усіх розрахованих знижок має бути рівною загальній знижці $\delta_{см.д.} = -0,5\,\%$, тобто $\delta_{см.д.}^{б.в.с.} + \delta_{см.д.}^{б.п.с.} + \delta_{см.д.}^{б.д.с.} + \delta_{см.д.}^{вис.} = -0,3 - 0,08 - 0,02 - 0,1 = -0,5\,\%$. Усі одержані знижки для кожного виду продукції записують в таблицю 15.2 в рядок розрахунку за сміттєвими домішками зі знаком "–", а у стовпчик "Кормовий зернопродукт" записують загальну величину надбавки, що за величиною рівна загальній знижці, але зі знаком "+". У стовпчику "Всього" записують "0".

Розрахунок за зерновими домішками. На кожен процент зернових домішок у зерні пшениці, що більше базисного значення $a_{з.д.}^{баз.} = 1\,\%$, вихід борошна та висівок зменшується на 0,35%, а вихід кормового зернопродукту зростає 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.

Ураховуючи зазначене, отримаємо загальну знижку (для зернових домішок):

$$\delta_{з.д.} = (a_{з.д.}^{баз.} - a_{з.д.}^{факт.}) \cdot 0,35 = (1 - 2,4) \cdot 0,35 = -0,49\,\%.$$

Розрахунок знижки по зерновим домішкам для сортів борошна і висівок проводять пропорційно їх базисним виходам:

- борошно вищого сорту та манна крупа:

$$\delta_{з.д.}^{б.в.с.} = \frac{\delta_{з.д.}(a_{м.кр.}^{баз.} + a_{б.в.с.}^{баз.})}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{-0,49 \cdot (2 + 55)}{96,6} = -0,29\,\%;$$

- борошно першого сорту:

$$\delta_{з.д.}^{б.п.с.} = \frac{\delta_{з.д.} a_{б.п.с.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{-0,49 \cdot 15}{96,6} = -0,08\,\%;$$

- борошно другого сорту:

$$\delta_{з.д.}^{б.д.с.} = \frac{\delta_{з.д.} a_{б.д.с.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{-0,49 \cdot 4}{96,6} = -0,02\,\%;$$

- висівки:

$$\delta_{з.д.}^{вис.} = \frac{\delta_{з.д.} a_{вис.}^{баз.}}{a_{б.+вис.}^{баз.}} = \frac{-0,49 \cdot 20,6}{96,6} = -0,1\,\%.$$

Сума усіх знижок має бути рівною загальній знижці $\delta_{з.д.} = -0,49\,\%$, тобто $\delta_{з.д.}^{б.в.с.} + \delta_{з.д.}^{б.п.с.} + \delta_{з.д.}^{б.д.с.} + \delta_{з.д.}^{вис.} = -0,29 - 0,08 - 0,02 - 0,1 = -0,49\,\%$. Усі одержані знижки для кожного виду продукції записують в таблицю 15.2 в рядок розрахунку за зерновими домішками зі знаком "–", а у стовпчик "Кормовий зернопродукт" записують загальну величину надбавки, що за величиною рівна загальній знижці, але зі знаком "+". У стовпчику "Всього" записують "0".

Далі розраховуємо знижку для борошна у розмірі 0,18%. Загальна знижка становитиме (для дрібного зерна):

$$\delta_{з.д.}^{*} = (a_{з.д.}^{баз.} - a_{з.д.}^{факт.}) \cdot 0,18 = (1 - 2,4) \cdot 0,18 = -0,25\,\%.$$

Ця загальна знижка припадає на загальний вихід борошна $a_{б.заг.}^{баз.} = 76,0\ \%$. Розрахунок знижки для сортів борошна проводять пропорційно їх базисним виходам:

- борошно вищого сорту та манна крупа:

$$\delta_{з.д.}^{б.в.с.*} = \frac{\delta_{з.д.}^{*}(a_{м.кр.}^{баз.} + a_{б.в.с.}^{баз.})}{a_{б.заг.}^{баз.}} = \frac{-0,25\cdot(2+55)}{76} = -0,19\ \%;$$

- борошно першого сорту:

$$\delta_{з.д.}^{б.п.с.*} = \frac{\delta_{з.д.}^{*} a_{б.п.с.}^{баз.}}{a_{б.заг.}^{баз.}} = \frac{-0,25\cdot 15}{76} = -0,05\ \%;$$

- борошно другого сорту:

$$\delta_{скл.}^{б.д.с.*} = \frac{\delta_{з.д.}^{*} a_{б.д.с.}^{баз.}}{a_{б.заг.}^{баз.}} = \frac{-0,25\cdot 4}{76} = -0,01\ \%.$$

Сума усіх розрахованих знижок має бути рівною загальній знижці $\delta_{з.д.}^{*} = -0,25\ \%$, тобто $\delta_{з.д.}^{б.в.с.*} + \delta_{з.д.}^{б.п.с.*} + \delta_{з.д.}^{б.д.с.*} = -0,19 - 0,05 - 0,01 = -0,25\ \%$. Усі одержані знижки для кожного виду продукції записують в таблицю 15.2 в рядок розрахунку за дрібним зерном зі знаком "–", а у стовпчик "Висівки" записують загальну величину надбавки, що за величиною рівна загальній знижці, але зі знаком "+". У стовпчику "Всього" записують "0".

Таблиця 15.2 – Відхилення виходу продукції під час помелу пшениці

Показник якості	Відхилення виходу за видами продукції, %								
	Манна крупа + борошно в.с.	Борошно 1с.	Борошно 2с.	Всього борошна	Висівки	Кормовий зернопродукт	Відходи	Усушка	Всього, %
Вологість, %	+0,31	+0,08	+0,02	+0,41	+0,12	-	-	-0,53	0
Натура, г/л	-0,45	-0,12	-0,03	-0,60	+0,60	-	-	-	0
Скловидність, %	-0,23	-0,06	-0,01	-0,30	+0,30	-	-	-	0
Сміттєві домішки, %	-0,30	-0,08	-0,02	-0,40	-0,10	+0,50	-	-	0
Зернові домішки, %	-0,29	-0,08	-0,02	-0,39	-0,10	+0,49	-	-	0
Дрібне зерно, %	-0,19	-0,05	-0,01	-0,25	+0,25	-	-	-	0
Сумарне відхилення, %	-1,15	-0,31	-0,07	-1,53	+1,07	+0,99	-	-0,53	0

Після заповнення таблиці 15.2, одержані величини сумарного відхилення $\delta_{с.в.}$ додають зі своїм знаком до відповідного базисного виходу. У результаті одержуємо розрахунковий вихід продукції:

- борошно вищого сорту та манна крупа:

$$a_{б.в.с.}^{розр.} = a_{м.кр.}^{баз.} + a_{б.в.с.}^{баз.} + \delta_{с.в.}^{б.в.с.} = 2 + 55 - 1{,}15 = 55{,}85\ \%;$$

- борошно першого сорту:

$$a_{б.п.с.}^{розр.} = a_{б.п.с.}^{баз.} + \delta_{с.в.}^{б.п.с.} = 15 - 0{,}31 = 14{,}69\ \%;$$

- борошно другого сорту:

$$a_{б.д.с}^{розр.} = a_{б.д.с.}^{баз.} + \delta_{с.в.}^{б.д.с.} = 4 - 0{,}07 = 3{,}93\ \%;$$

- всього борошна:

$$a_{б.заг.}^{розр.} = a_{б.заг.}^{баз.} + \delta_{с.в.}^{б.заг.} = 76 - 1{,}53 = 74{,}47\ \%;$$

- висівки:

$$a_{вис.}^{розр.} = a_{вис.}^{баз.} + \delta_{с.в.}^{вис.} = 20{,}6 + 1{,}07 = 21{,}67\ \%;$$

- кормовий зернопродукт:

$$a_{к.зн.}^{розр.} = a_{к.зн.}^{баз.} + \delta_{с.в.}^{к.зн.} = 2{,}7 + 0{,}99 = 3{,}69\ \%;$$

- відходи та механічні втрати:

$$a_{відх.}^{розр.} = a_{відх.}^{баз.} + \delta_{с.в.}^{відх.} = 0{,}7 + 0 = 0{,}7\ \%;$$

- усушка:

$$\delta_{ус.} = -0{,}53\ \%.$$

Сума виходів готової продукції має становити 100%. Перевіряємо правильність обчислень:

$$a_{б.в.с.}^{розр.} + a_{б.п.с.}^{розр.} + a_{б.д.с.}^{розр.} + a_{вис.}^{розр.} + a_{к.зн.}^{розр.} + a_{відх.}^{розр.} + \delta_{ус.} =$$

$$= 55{,}85 + 14{,}69 + 3{,}93 + 21{,}67 + 3{,}69 + 0{,}7 - 0{,}53 = 100\ \%.$$

Отже, проведені обчислення правильні.

Визначимо розрахунковий вихід продукції в кілограмах:

- борошно вищого сорту та манна крупа:

$$m_{б.в.с.}^{розр.} = \frac{m_{зерно} a_{б.в.с.}^{розр.}}{100} = \frac{12000000 \cdot 55{,}85}{100} = 6702000\ \text{кг};$$

- борошно першого сорту:

$$m_{б.п.с.}^{розр.} = \frac{m_{зерно} a_{б.п.с.}^{розр.}}{100} = \frac{12000000 \cdot 14{,}69}{100} = 1762800\ \text{кг};$$

- борошно другого сорту:

$$m_{б.д.с.}^{розр.} = \frac{m_{зерно} a_{б.д.с.}^{розр.}}{100} = \frac{12000000 \cdot 3{,}93}{100} = 471600\ \text{кг};$$

- всього борошна:

$$m_{б.заг.}^{розр.} = \frac{m_{зерно} a_{б.заг.}^{розр.}}{100} = \frac{12000000 \cdot 74{,}47}{100} = 8936400\ \text{кг};$$

- висівки:

$$m_{вис.}^{розр.} = \frac{m_{зерно} a_{вис.}^{розр.}}{100} = \frac{12000000 \cdot 21{,}67}{100} = 2600400\ \text{кг};$$

- кормовий зернопродукт:

$$m_{к.зн.}^{розр.} = \frac{m_{зерно} a_{к.зн.}^{розр.}}{100} = \frac{12000000 \cdot 3,69}{100} = 442800 \text{ кг};$$

- відходи та механічні втрати:

$$m_{відх.}^{розр.} = \frac{m_{зерно} a_{відх.}^{розр.}}{100} = \frac{12000000 \cdot 0,7}{100} = 84000 \text{ кг};$$

- усушка:

$$m_{ус.}^{розр.} = \frac{m_{зерно} \left|\delta_{ус.}\right|}{100} = \frac{12000000 \cdot 0,53}{100} = 63600 \text{ кг}.$$

Сума виходів готової продукції має становити 12000000 кг = 12000 т. Перевіряємо правильність розрахунків:

$$m_{б.в.с.}^{розр.} + m_{б.л.с.}^{розр.} + m_{б.д.с.}^{розр.} + m_{вис.}^{розр.} + m_{к.зн.}^{розр.} + m_{відх.}^{розр.} - m_{ус.}^{розр.} =$$

$$= 6702 + 1762,8 + 471,6 + 2600,4 + 442,8 + 84 - 63,6 = 12000 \text{ т}.$$

Отже, проведені обчислення правильні.

Умова. Визначити кількість вівсяної крупи вологістю $W_{в.кр.}^{поч.} = 10\,\%$, що необхідна для виробництва $m_{в.пл.}^{кінц.} = 900$ кг вівсяних пластівців вологістю $W_{в.пл.}^{кінц.} = 11$ %, якщо відомі втрати сухої речовини сировини під час технологічних операцій (стадій): очищення та сушіння вівсяної крупи – $B_{в.кр.}^{оч./суш.} = 1,0\,\%$; відокремлення вільних оболонок та необрушеного зерна з вівсяної крупи – $B_{в.кр.}^{відокр.} = 2,0\,\%$; пропарювання та відлежування вівсяної крупи – $B_{в.кр.}^{пр./відл.} = 1,2\,\%$; плющення вівсяної крупи – $B_{в.кр.}^{пл.} = 1,0\,\%$; просіювання та охолодження вівсяних пластівців – $B_{в.пл.}^{пр./ох.} = 3,5\,\%$; фасування вівсяних пластівців – $B_{в.пл.}^{фас.} = 0,3\,\%$. Також відомі: вологість пропареної вівсяної крупи – $W_{в.кр.}^{пр.} = 12,5\,\%$; вологість вівсяної крупи після сушіння – $W_{в.кр.}^{суш.} = 8\,\%$.

Розв'язок

Розрахунок розпочинають з останньої технологічної операції, тобто фасування вівсяних пластівців.

Маса сухої речовини у вівсяних пластівцях вологістю $W_{в.пл.}^{кінц.} = 11\%$ після фасування:

$$m_{в.пл.}^{с.р.кінц.} = \frac{m_{в.пл.}^{кінц.} (100 - W_{в.пл.}^{кінц.})}{100} = \frac{900 \cdot (100 - 11)}{100} = 801 \text{ кг}.$$

Маса сухої речовини у вівсяних пластівцях після просіювання і охолодження (перед фасуванням вівсяних пластівців):

$$m_{в.пл.}^{с.р.пр./ох.} = \frac{m_{в.пл.}^{с.р.кінц.} \cdot 100}{100 - B_{в.пл.}^{фас.}} = \frac{801 \cdot 100}{100 - 0,3} = 803,4 \text{ кг.}$$

Маса вівсяних пластівців вологістю $W_{в.пл.}^{кінц.} = 11\%$ після просіювання і охолодження (перед фасуванням вівсяних пластівців):

$$m_{в.пл.}^{пр./ох.} = \frac{m_{в.пл.}^{с.р.пр./ох.} \cdot 100}{100 - W_{в.пл.}^{кінц.}} = \frac{803,4 \cdot 100}{100 - 11} = 902,7 \text{ кг.}$$

Маса сухої речовини у вівсяних пластівцях після плющення вівсяної крупи (перед просіюванням і охолодженням вівсяних пластівців):

$$m_{в.пл.}^{с.р.пл.} = \frac{m_{в.пл.}^{с.р.пр./ох.} \cdot 100}{100 - B_{в.пл.}^{пр./ох.}} = \frac{803,4 \cdot 100}{100 - 3,5} = 832,5 \text{ кг.}$$

Маса вівсяних пластівців вологістю $W_{в.пл.}^{кінц.} = 11\%$ після плющення вівсяної крупи (перед просіюванням і охолодженням вівсяних пластівців):

$$m_{в.пл.}^{пл.} = \frac{m_{в.пл.}^{с.р.пл.} \cdot 100}{100 - W_{в.пл.}^{кінц.}} = \frac{832,5 \cdot 100}{100 - 11} = 935,4 \text{ кг.}$$

Маса сухої речовини у вівсяній крупі після пропарювання і відлежування (перед плющенням вівсяної крупи):

$$m_{в.кр.}^{с.р.пр./відл.} = \frac{m_{в.пл.}^{с.р.пл.} \cdot 100}{100 - B_{в.кр.}^{пл.}} = \frac{832,5 \cdot 100}{100 - 1} = 840,9 \text{ кг.}$$

Маса вівсяної крупи вологістю $W_{в.кр.}^{пр.} = 12,5\%$ після пропарювання і відлежування (перед плющенням вівсяної крупи):

$$m_{в.кр.}^{пр./відл.} = \frac{m_{в.кр.}^{с.р.пр./відл.} \cdot 100}{100 - W_{в.кр.}^{пр.}} = \frac{840,9 \cdot 100}{100 - 12,5} = 961 \text{ кг.}$$

Маса сухої речовини у вівсяній крупі після відокремлення вільних оболонок та необрушених зерен (перед пропарюванням і відлежуванням крупи):

$$m_{в.кр.}^{с.р.відокр.} = \frac{m_{в.кр.}^{с.р.пр./відл.} \cdot 100}{100 - B_{в.кр.}^{пр./відл.}} = \frac{840,9 \cdot 100}{100 - 1,2} = 851,1 \text{ кг.}$$

Маса вівсяної крупи вологістю $W_{в.кр.}^{суш.} = 8\%$ після відокремлення вільних оболонок та необрушених зерен (перед пропарюванням і відлежуванням вівсяної крупи):

$$m_{в.кр.}^{відокр.} = \frac{m_{в.кр.}^{с.р.відокр.} \cdot 100}{100 - W_{в.кр.}^{суш.}} = \frac{851,1 \cdot 100}{100 - 8} = 925,1 \text{ кг.}$$

Маса сухої речовини у вівсяній крупі після очищення і сушіння (перед відокремленням вільних оболонок та необрушених зерен):

$$m_{в.кр.}^{с.р.оч./суш.} = \frac{m_{в.кр.}^{с.р.відокр.} \cdot 100}{100 - B_{в.кр.}^{відокр.}} = \frac{851,1 \cdot 100}{100 - 2} = 868,5 \text{ кг.}$$

Маса вівсяної крупи вологістю $W_{в.кр.}^{суш.} = 8\,\%$ після очищення і сушіння (перед відокремленням вільних оболонок та необрушених зерен):

$$m_{в.кр.}^{оч./суш.} = \frac{m_{в.кр.}^{с.р.оч./суш.} \cdot 100}{100 - W_{в.кр.}^{суш.}} = \frac{868,5 \cdot 100}{100 - 8} = 944 \text{ кг.}$$

Маса сухої речовини у вівсяній крупі перед очищенням і сушінням (у сировині, що надходить на виробництво):

$$m_{в.кр.}^{с.р.поч.} = \frac{m_{в.кр.}^{с.р.оч./суш.} \cdot 100}{100 - B_{в.кр.}^{оч./суш.}} = \frac{868,5 \cdot 100}{100 - 1} = 877,3 \text{ кг.}$$

Маса вівсяної крупи вологістю $W_{в.кр.}^{поч.} = 10\,\%$ перед очищенням і сушінням, тобто крупи, що надійшла на виробництво:

$$m_{в.кр.}^{поч.} = \frac{m_{в.кр.}^{с.р.поч.} \cdot 100}{100 - W_{в.кр.}^{поч.}} = \frac{877,3 \cdot 100}{100 - 10} = 974,8 \text{ кг.}$$

Отже, для виробництва $m_{в.пл.}^{кінц.} = 900$ кг вівсяних пластівців необхідно переробити $m_{в.кр.}^{поч.} = 974,8$ кг вівсяної крупи.

Завдання

Завдання 1. Визначити масу зерна культури, що задана в Додатку П (таблиця П.1), після зберігання на складі/елеваторі насипом/в тарі протягом $n_{д.}$ [діб]. Зерно надійшло на склад після первинного і вторинного очищення зернового вороху та сушіння зерна. Якщо відомі: маса зернового вороху $m_{з.вор.}^{поч.}$ [кг], що надійшов на первинне очищення; вміст сміттєвих домішок у зерновому воросі до первинного очищення $a_{см.д.}^{поч.}$ [%]; вміст сміттєвих домішок у зерновому воросі після первинного очищення $a_{см.д.}^{кінц.}$ [%]; вміст зернових домішок у зерні до вторинного очищення $a_{з.д.}^{поч.}$ [%]; вміст зернових домішок у зерні після вторинного очищення $a_{з.д.}^{кінц.}$ [%]; початкова відносна вологість зерна $W_{зерно}^{поч.}$ [%]; відносна вологість зерна після сушіння $W_{зерно}^{кінц.}$ [%]; втрати зерна під час переміщення на складі або елеваторі $B_{зерно}^{скл./ел.}$ [%]. Усі дані для розрахунку вибирають у відповідності до варіанту згідно з додатком П (таблиця П.1, таблиця П.2).

Завдання 2. Визначити розрахунковий вихід продукції під час трисортового помелу пшениці, якщо перероблено $m_{зерно}$ [т] зерна пшениці. Базисні показники якості зерна пшениці: вологість – $W_{зерно}^{баз.} = 14,5\,\%$; скловидність – $c_{зерно}^{баз.} = 50\,\%$; зольність – $з_{зерно}^{баз.} = 1,85\,\%$; вміст сміттєвих домішок – $a_{см.д.}^{баз.} = 1\,\%$; вміст зернових

домішок – $a_{з.д.}^{баз.} = 1\,\%$; натура пшениці – $\rho_{нат.}^{баз.} = 775$ г/л. Базисний вихід продукції: манної крупи – $a_{м.кр.}^{баз.} = 2,0\,\%$; борошна вищого сорту – $a_{б.в.с.}^{баз.} = 55,0\,\%$; борошна першого сорту – $a_{б.п.с.}^{баз.} = 15,0\,\%$; борошна другого сорту – $a_{б.д.с.}^{баз.} = 4,0\,\%$; загальна кількість борошна (продукції) – $a_{б.заг.}^{баз.} = 76,0\,\%$; висівок – $a_{вис.}^{баз.} = 20,6\,\%$; кормового зернопродукту – $a_{к.зп.}^{баз.} = 2,7\,\%$; відходів та механічних втрат – $a_{відх.}^{баз.} = 0,7\,\%$; сума усіх виходів – $a_{вихід.заг.}^{баз.} = 100,0\,\%$. Фактичні показники якості зерна, що надійшло на переробку: вологість – $W_{зерно}^{факт.}$ [%]; скловидність – $c_{зерно}^{факт.}$ [%]; зольність – $з_{зерно}^{факт.}$ [%]; вміст сміттєвих домішок – $a_{см.д.}^{факт.}$ [%]; вміст зернових домішок – $a_{з.д.}^{факт.}$ [%]; натура пшениці – $\rho_{нат.}^{факт.}$ [г/л]. Розрахункова вологість продукції – $W_{пр.}^{розр.}$ [%]. Усі обчислення провести з точністю 0,01%. Усі дані для розрахунку вибирають у відповідності до варіанту згідно з Додатком П (таблиця П.3).

Завдання 3. Визначити кількість вівсяної крупи вологістю $W_{в.кр.}^{поч.}$ [%], що необхідна для виробництва $m_{в.пл.}^{кінц.}$ [кг] вівсяних пластівців вологістю $W_{в.пл.}^{кінц.}$ [%], якщо відомі втрати сухої речовини сировини під час технологічних операцій (стадій): очищення та сушіння вівсяної крупи – $B_{в.кр.}^{оч./суш.}$ [%]; відокремлення вільних оболонок та необрушених зерен із вівсяної крупи – $B_{в.кр.}^{відокр.}$ [%]; пропарювання та відлежування вівсяної крупи – $B_{в.кр.}^{пр./відл.}$ [%]; плющення вівсяної крупи – $B_{в.кр.}^{пл.}$ [%]; просіювання та охолодження вівсяних пластівців – $B_{в.пл.}^{пр./ох.}$ [%]; фасування вівсяних пластівців – $B_{в.пл.}^{фас.} = 0,4\,\%$. Також відомі: вологість пропареної вівсяної крупи – $W_{в.кр.}^{пр.} = 12,5\,\%$; вологість вівсяної крупи після сушіння – $W_{в.кр.}^{суш.} = 8\,\%$. Усі дані для розрахунку вибирають у відповідності до варіанту згідно з Додатком П (таблиця П.4).

Контрольні запитання

1. Як розраховують масу зернового вороху після первинного та вторинного очищення?
2. Як розраховують втрати маси зерна під час зберігання?
3. Які базисні показники якості зерна пшениці?
4. Як визначають розрахунковий вихід продукції під час трисортового помелу пшениці?
5. Яким чином визначають масу вівсяної крупи, що необхідна для виробництва вівсяних пластівців?

Використані джерела: [1б, 4б].

Практичне заняття № 16
Технологічний розрахунок виробництва соняшникової олії

Мета: навчитися проводити технологічні розрахунки для виробництва соняшникової олії.

Порядок виконання роботи

Умова. Розрахувати виробництво олії з обрушеного насіння соняшника комбінованим способом. Якщо відомо: вміст сміттєвих домішок у насінні соняшника до очищення – $a_{см.д.}^{поч.} = 1,7\,\%$; вміст сміттєвих домішок у насінні соняшника після очищення – $a_{см.д.}^{кінц.} = 0,3\%$; вміст лушпиння в насінні за фактичної вологості та засміченості – $a_{лушп.}^{поч.} = 25,1\,\%$; вміст лушпиння в ядрі – $a_{лушп.}^{ядр.} = 7\,\%$; вміст ядра в лушпинні – $a_{ядр.}^{лушп.} = 0,25\,\%$; вміст сміттєвих домішок у лушпинні – $a_{см.д.}^{лушп.} = 0,3\,\%$; вологість насіння за фактичної початкової засміченості – $W_{нас.} = 6,6$ %; вміст ядра в очищеному насінні – $a_{ядр.}^{оч.нас.} = 74,3\,\%$; вологість ядра в насінні – $W_{ядр.}^{нас.} = 4,7\,\%$; вміст лушпиння в очищеному насінні – $a_{лушп.}^{оч.нас.} = 25,6\,\%$; вологість відокремленого лушпиння – $W_{в.лушп.} = 11,2\,\%$; вміст олії в насінні за фактичної початкової вологості та засміченості – $a_{ол.}^{нас.} = 44,4\,\%$; вміст олії у відокремленому лушпинні – $a_{ол.}^{лушп.} = 1,8\,\%$; вологість відокремлених сміттєвих домішок – $W_{см.д.}^{відокр.} = 6,5\,\%$; вміст олії у форпресовій макусі – $a_{ол.}^{мак.} = 14\,\%$; вологість форпресової макухи – $W_{мак.} = 7,5\,\%$; вміст олії у шроті – $a_{ол.}^{шр.} = 1\,\%$; вологість шроту – $W_{шр.} = 8,6\,\%$; фактичний вихід олії на виробництві (сума виходів форпресової та екстракційної олії) – $a_{факт.ол.} = 43,5\,\%$.

Розв'язок

Розрахунок відходів виробництва

Відсоток відокремлених мінеральних та органічних домішок (сміттєвих домішок) з насіння соняшника під час очищення:

$$a_{см.д.}^{відокр.} = \frac{(a_{см.д.}^{поч.} - a_{см.д.}^{кінц.})100}{(100 - a_{см.д.}^{кінц.})} = \frac{(1,7-0,3)\cdot 100}{(100-0,3)} = 1,4\,\%.$$

Вихід лушпиння без врахування втрат вологи під час виробництва:

$$a_{лушп.} = \frac{100(a_{лушп.}^{поч.} - a_{лушп.}^{ядр.}) + a_{лушп.}^{ядр.} a_{см.д.}^{відокр.}}{100 - (a_{лушп.}^{ядр.} + a_{ядр.}^{лушп.} + a_{см.д.}^{лушп.})} = \frac{100\cdot(25,1-7)+7\cdot 1,4}{100-(7+0,25+0,3)} = 19,7\,\%.$$

Вологість лушпиння у насінні:

$$W_{лушп.} = \frac{100W_{нас.} - a_{ядр.}^{оч.нас.} W_{ядр.}^{нас.}}{a_{лушп.}^{оч.нас.}} = \frac{100 \cdot 6,6 - 74,3 \cdot 4,7}{25,6} = 12,1\,\%.$$

Вихід лушпиння із врахуванням втрат вологи:

$$a_{лушп.}^{*} = a_{лушп.} \frac{100 - W_{лушп.}}{100 - W_{в.лушп.}} = 19,7 \cdot \frac{100 - 12,1}{100 - 11,2} = 19,5\,\%.$$

Розрахунок продукту, що утворюється

Вихід форпресової макухи:

$$a_{мак.} = \frac{10000 - 100(a_{ол.}^{нас.} + W_{нас.} + a_{лушп.}^{*} + a_{см.д.}^{відокр.})}{100 - (a_{ол.}^{мак.} + W_{мак.})} +$$

$$+ \frac{a_{лушп.}^{*}(a_{ол.}^{лушп.} + W_{в.лушп.}) + a_{см.д.}^{відокр.} W_{см.д.}^{відокр.}}{100 - (a_{ол.}^{мак.} + W_{мак.})} =$$

$$= \frac{10000 - 100 \cdot (44,4 + 6,6 + 19,5 + 1,4) + 19,5 \cdot (1,8 + 11,2) + 1,4 \cdot 6,5}{100 - (14 + 7,5)} = 39,1\,\%.$$

Вихід шроту:

$$a_{шр.} = \frac{10000 - 100(a_{ол.}^{нас.} + W_{нас.} + a_{лушп.}^{*} + a_{см.д.}^{відокр.})}{100 - (a_{ол.}^{шр.} + W_{шр.})} +$$

$$+ \frac{a_{лушп.}^{*}(a_{ол.}^{лушп.} + W_{в.лушп.}) + a_{см.д.}^{відокр.} W_{см.д.}^{відокр.}}{100 - (a_{ол.}^{шр.} + W_{шр.})} =$$

$$= \frac{10000 - 100 \cdot (44,4 + 6,6 + 19,5 + 1,4) + 19,5 \cdot (1,8 + 11,2) + 1,4 \cdot 6,5}{100 - (1 + 8,6)} = 34\,\%.$$

Залишок олії у форпресовій макусі:

$$a_{з.ол.}^{мак.} = \frac{a_{мак.} a_{ол.}^{мак.}}{100} = \frac{39,1 \cdot 14}{100} = 5,5\,\%.$$

Втрати олії зі шротом:

$$B_{ол.}^{шр.} = \frac{a_{шр.} a_{ол.}^{шр.}}{100} = \frac{34 \cdot 1}{100} = 0,34\,\%.$$

Втрати олії з лушпинням:

$$B_{ол.}^{лушп.} = \frac{a_{лушп.}^{*} a_{ол.}^{лушп.}}{100} = \frac{19,5 \cdot 1,8}{100} = 0,35\,\%.$$

Сумарний вихід олії:

$$a_{ол.} = a_{ол.}^{нас.} - (B_{ол.}^{шр.} + B_{ол.}^{лушп.}) = 44,4 - (0,34 + 0,35) = 43,7\,\%.$$

Вихід форпресової олії:

$$a_{ф.ол.} = a_{ол.}^{нас.} - (a_{з.ол.}^{мак.} + B_{ол.}^{лушп.}) = 44,4 - (5,5 + 0,35) = 38,6\,\%.$$

Вихід екстракційної олії:

$$a_{ек.ол.} = a_{ол.} - a_{ф.ол.} = 43,7 - 38,6 = 5,1\,\%.$$

Втрати вологи під час виробництва олії:

$$B_{вол.} = W_{нас.} - \frac{a_{шр.}W_{шр.} + a^{*}_{лушп.}W_{в.лушп.} + a^{відокр.}_{см.д.}W^{відокр.}_{см.д.}}{100} =$$

$$= 6,6 - \frac{34 \cdot 8,6 + 19,5 \cdot 11,2 + 1,4 \cdot 6,5}{100} = 1,4\ \%.$$

Ймовірні невраховані втрати олії на виробництві:

$$B_{ол.} = a_{факт.ол.} - (a_{ф.ол.} + a_{ек.ол.}) = 43,5 - (38,6 + 5,1) = -0,2\ \%.$$

Після проведених розрахунків складають баланс сировини та баланс олії, що подані, відповідно, в таблиці 16.1 та таблиці 16.2. 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.

Таблиця 16.1 – Баланс сировини

Складові балансу	Значення
Вихід форпресової олії $a_{ф.ол.}$, %	38,6
Вихід екстракційної олії $a_{ек.ол.}$, %	5,1
Вихід шроту $a_{шр.}$, %	34,0
Вихід лушпиння $a^{*}_{лушп.}$, %	19,5
Відокремленні сміттєві домішки $a^{відокр.}_{см.д.}$, %	1,4
Втрати вологи $B_{вол.}$, %	1,4
Всього, %	100,0

Таблиця 16.2 – Баланс олії

Складові балансу	Значення
Вихід форпресової олії $a_{ф.ол.}$, %	38,6
Вихід екстракційної олії $a_{ек.ол.}$, %	5,1
Втрати олії зі шротом $B^{шр.}_{ол.}$, %	0,34
Втрати олії з лушпинням $B^{лушп.}_{ол.}$, %	0,35
Всього, %	44,4
Вміст олії в насінні $a^{нас.}_{ол.}$, %	44,4

Завдання

Завдання. Розрахувати виробництво олії з обрушеного насіння соняшника комбінованим способом. Якщо відомо: вміст сміттєвих домішок у насінні

соняшника до очищення – $a_{см.д.}^{поч.}$ [%]; вміст сміттєвих домішок у насінні соняшника після очищення – $a_{см.д.}^{кінц.}$ [%]; вміст лушпиння в насінні за фактичної вологості та засміченості – $a_{лушп.}^{поч.}$ [%]; вміст лушпиння в ядрі – $a_{лушп.}^{ядр.}$ [%]; вміст ядра в лушпинні – $a_{ядр.}^{лушп.}$ [%]; вміст сміттєвих домішок у лушпинні – $a_{см.д.}^{лушп.}$ [%]; вологість насіння за фактичної початкової засміченості – $W_{нас.}$ [%]; вміст ядра в очищеному насінні – $a_{ядр.}^{оч.нас.}$ [%]; вологість ядра в насінні – $W_{ядр.}^{нас.}$ [%]; вміст лушпиння в очищеному насінні – $a_{лушп.}^{оч.нас.}$ [%]; вологість відокремленого лушпиння – $W_{в.лушп.}$ [%]; вміст олії в насінні за фактичної початкової вологості та засміченості – $a_{ол.}^{нас.}$ [%]; вміст олії у відокремленому лушпинні – $a_{ол.}^{лушп.}$ [%]; вологість відокремлених сміттєвих домішок – $W_{см.д.}^{відокр.}$ [%]; вміст олії у форпресовій макусі – $a_{ол.}^{мак.}$ [%]; вологість форпресової макухи – $W_{мак.}$ [%]; вміст олії у шроті – $a_{ол.}^{шр.}$ [%]; вологість шроту – $W_{шр.}$ [%]; фактичний вихід олії на виробництві – $a_{факт.ол.}$ [%]. Усі дані для розрахунку вибирають у відповідності до варіанту згідно з Додатком Р (таблиця Р.1, таблиця Р.2 та таблиця Р.3).

Контрольні запитання

1. Як розраховують відсоток відокремлених сміттєвих домішок з насіння соняшника під час очищення?
2. Як розраховують залишок олії у форпресовій макусі?
3. Як розраховують втрати олії зі шротом та лушпинням?
4. Як розраховують сумарний вихід олії, вихід форпресової олії та вихід екстракційної олії?
5. Як складають баланси сировини та олії?

Використані джерела: [1б].

Практичне заняття № 17
Розрахунок продуктивності технологічного обладнання

Мета: навчитися проводити розрахунки продуктивності технологічного обладнання.

Порядок виконання роботи

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, теоретичну продуктивність технологічного обладнання неперервної дії розраховують за виразами:

$$Q_{обл.} = \frac{m_{с./г.п.}}{t_{р.}}, \quad (17.1)$$

$$Q_{обл.} = \frac{V_{с./г.п.}}{t_{р.}}, \quad (17.2)$$

$$Q_{обл.} = \frac{n_{с./г.п.}}{t_{р.}}, \quad (17.3)$$

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 технологічного обладнання періодичної дії розраховують за виразами:

$$Q_{обл.} = \frac{m_{с./г.п.}}{t_{ц.}}, \quad (17.4)$$

$$Q_{обл.} = \frac{V_{с./г.п.}}{t_{ц.}}, \tag{17.5}$$

$$Q_{обл.} = \frac{n_{с./г.п.}}{t_{ц.}}, \tag{17.6}$$

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.

Технічну продуктивність технологічного обладнання неперервної дії розраховують за виразами:

$$Q_{техн.} = \frac{m_{с./г.п.} - m_{В}}{t_{р.} + t_{д.}}, \tag{17.7}$$

$$Q_{техн.} = Q_{обл.} \cdot k_{обл.}, \tag{17.8}$$

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 переробляється, чи продукту, що виробляється, на даному 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 вираз (17.7) замість часу $t_{р.}$ підставити тривалість одного циклу роботи обладнання $t_{ц.}$.

Експлуатаційну продуктивність технологічного обладнання неперервної дії розраховують за виразом:

$$Q_{екс.} = \frac{m_{с./г.п.} - m_{Вн.}}{t_{р.} + t_{д.н.}}, \tag{17.9}$$

де $Q_{екс.}$ – експлуатаційна 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;

$m_{Вн.}$ – маса сумарних нерегламентованих втрат сировини, що переробляється, чи продукту, що виробляється, на даному 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 (17.9) замість часу $t_{р.}$ підставити тривалість одного циклу роботи обладнання $t_{ц.}$.

Добову потужність (продуктивність) харчового або переробного виробництва, що проєктують, обчислюють за виразом:

$$П_{п.в.} = Q_{д.} = \frac{n_{нас.} \cdot N_{сп.} \cdot k_{сп.} - П_{д.в.} - m_{вв.п.} + m_{вив.п.}}{n_{р.д.} \cdot k_{п.}}, \qquad (17.10)$$

де $П_{п.в.}$ – добова потужність (продуктивність) 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.

Завдання

Завдання 1. Визначити теоретичну продуктивність фасувально-пакувального автомата (рис. 17.1), що фасує та пакує вершкове масло в пергамент брикетами з масою $m_{пор.}$ = 250 г. Теоретичну продуктивність визначити у таких одиницях обліку: кількість пакувань та маса вершкового масла. Автомат

карусельний періодичної дії. Стіл обертається з частотою $n_{об.}$ = 5 об./хв. На столі розташовано вісім гнізд для формування пакувань ($n_{р.ор.}$=8 шт.). Кожне гніздо під час обертання стола зупиняється в чотирьох позиціях, де проходять технологічні операції: I – утворення пакування з пергаментного паперу; II – дозування в пакування продукту; III – заробляння пакування; IV – виштовхування пакування з продуктом на конвеєр. Тривалість кожної технологічної операції однакова і становить $n_{зуп.}$ = 3 с. Кут робочої зони обертального стола – $\varphi_{р.} = (3 \cdot \pi)/2$ рад.

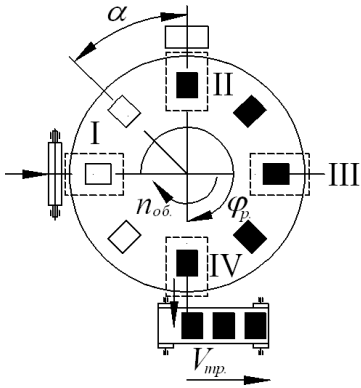

Рисунок 17.1 – Розрахункова схема карусельного фасувально-пакувального автомата періодичної дії

Завдання 2. Визначити теоретичну продуктивність обладнання періодичної дії для розливання солодкого напою у ПЕТ-пляшки місткістю $V_{пл.}$ = 1,5 л (рис. 17.2). Крок розташування пляшок уздовж транспортера – h = 0,2 м. Обладнання містить п’ять головок для одночасного розливу напою, відповідно, у п’ять пляшок ($n_{г.п.}$ = 5 шт.). Час заповнення пляшок (час розливання солодкого напою) – $t_{зуп.}$ = 5 с. Швидкість руху стрічкового транспортера – $V_{тр.}$ = 0,05 м/с. Під час розливання напою у пляшки транспортер нерухомий.

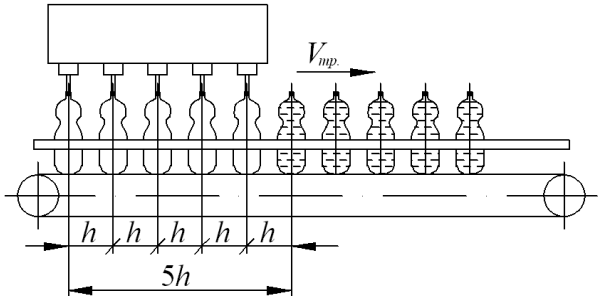

Рисунок 17.2 – Розрахункова схема обладнання періодичної дії для розливу солодкого напою у ПЕТ-пляшки

Завдання 3. Визначити технічну продуктивність змішувача фаршу неперервної дії, якщо його паспортна продуктивність – $Q_{обл.}$ = 400 кг/год. Сумарні регламентовані затрати часу на миття та очищення корпусу і робочих органів змішувача становлять $t_{д.}$ = 0,15 год. Регламентовані втрати фаршу, який залишається на стінках корпусу та робочих органах, – $B_{ф.}$ = 0,1% від маси фаршу. Також необхідно визначити значення коефіцієнта використання технологічного обладнання $k_{обл.}$.

Завдання 4. Визначити необхідну добову продуктивність підприємства, що призначене для виробництва хлібобулочних виробів, яке проєктують для міста із чисельністю населення $n_{нас.}$= 200 тис осіб. Середньорічна норма споживання продукції на одну особу в місті становить $N_{сп.}$ = 85 кг/особу, а поправочний коефіцієнт для норми споживання продукції – $k_{сп.}$ = 0,9. Також відома річна потужність діючих виробництв, що випускають таку ж продукцію для споживачів міста, яка становить $П_{д.в.}$ = 14000 т/рік. У місто протягом року привозять таку ж продукцію з інших населених пунктів у кількості $m_{вв.п.}$ = 2000 т/рік, а прогнозована кількість такої ж продукції, що буде вивезена в інші населені пункти протягом року, становить $m_{вив.п.}$ = 2500 т/рік. Кількість робочих днів у календарному році $n_{р.д.}$ = 250 днів. Значення коефіцієнта використання потужності виробництва, що проектується, – $k_{п.}$ = 0,9.

Контрольні запитання

1. У чому полягає різниця між теоретичною, технічною та експлуатаційною продуктивністю технологічного обладнання?
2. Які формули використовують для розрахунку теоретичної, технічної та експлуатаційної продуктивності обладнання?
3. Як враховують простої, перерви та втрати часу при визначенні експлуатаційної продуктивності?
4. Для яких цілей у виробничій практиці застосовують показники теоретичної, технічної та експлуатаційної продуктивності технологічного обладнання?
5. Які показники ураховують при визначенні продуктивності технологічної лінії?

Використані джерела: [1б–3б].

Список використаних джерел

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

Додаток А

Таблиця А.1 – Завдання до практичного заняття № 1

Варіант	Найменування продукту	Розрахувати для кількості продукту, г	Вміст у 100 г продукту, г				Група інтенсивності праці, стать та вік (років)
			Білки	Жири	Вуглеводи	Органічні кислоти	
1	Ікра зерниста	28	27,2	14,2	-	-	III жін.
	Сушки ванільні	80	8,7	5,6	16	0,2 (мол.)	20
	Мармелад фруктово-ягідний	50	0,4	-	74,8	0,7 (мол.)	
2	Шпикачки	120	9,2	36,1	-	-	II чол.
	Батон простий	45	8	0,9	0,8	0,3 (мол.)	36
	Язик в желе	80	16	12,1	-	-	
3	Оливки консервовані	60	1,8	16,3	5,2	0,2 (ябл.)	IV чол. 58
	Сосиски молочні	13	11	23,9	1,6	-	
	Зел. горошок консерв.	90	3,1	0,2	6,5	0,1 (ябл.)	
4	Камбала (консерв. в маслі)	130	14,4	21,3	-	-	I жін. 45
	Черешня	85	1,1	0,4	10,6	0,6 (ябл.)	
	Ірис	70	3,6	7,3	74,3	0,1 (мол.)	
5	Йогурт (3,2% жирн.)	125	5	3,2	8,5	1,3 (мол.)	III чол. 29
	Ковбаса “Одеська” напівкопчена	110	14,8	38,1	-	-	
	Халва соняш. ванільна	200	11,6	29,7	41,5	-	
6	Білі гриби (свіжі)	90	3,7	1,7	1,1	-	II жін.
	Пастила	130	0,5	-	76,8	0,5 (мол.)	22
	Мандарин	250	0,8	0,3	8,1	1,1 (лим.)	
7	Скумбрія холод. копч.	130	23,4	6,4	-	-	IV чол. 41
	Сік абрикосовий	220	0,7	-	6,9	0,7 (ябл.)	
	Томат-паста	15	3,6	-	11,8	1,8 (ябл.)	
8	Ікра з кабачків	160	2	9	8,54	0,5 (ябл.)	I чол. 54
	Кальмар	85	18	4,2	-	-	
	Смородина чорна	70	1	0,2	6,7	2,3 (ябл.)	

9	Грейпфрут “Сервелат” (ковбаса сирокопчена) Масло вершкове	210 130 35	0,9 24 0,5	0,2 40,5 82,5	6,5 - 0,8	1,7 (лим.) - 0,03 (мол.)	III жін. 37
10	Компот із абрикосів Оселедець Томати	190 70 170	0,5 17,5 1,1	- 11,4 0,2	21 - 3,5	1,0 (ябл.) - 0,8 (ябл.)	II жін. 51
11	Яловичина тушкована Капуста білокачанна Ковбаса “Лікарська”	80 170 140	16,8 1,8 12,8	17 0,1 16,7	- 4,6 -	- 0,3 (ябл.) -	IV чол. 24
12	Судак у томатному соусі Диня Картопля	180 320 120	14 0,6 2	5,3 - 0,4	3,7 9 1,3	0,4 (ябл.) 0,2 (ябл.) 0,2 (ябл.)	I жін. 27
13	Сік томатний Сосиски Зефір	190 120 120	1 11,3 0,8	- 22 -	3,5 - 73,4	0,5 (ябл.) - 0,5 (мол.)	II жін. 39
14	Грудинка сирокопчена зі свинини Кава смажена Горбуша консервован а	120 35 130	8,9 13,9 20,9	63,3 14,4 5,8	- 2,8 -	- 9,2 (ябл.) 0,5 (мол.)	III чол. 49
15	Сир “Гол- ландський” Томати квашені Теша осетрова холод. копч.	90 110 140	23,7 1,1 17,6	30,5 0,1 25,7	- 1,6 -	2,1 (мол.) 1,2 (мол.) -	I чол. 33

Таблиця А.2 – Добова потреба дорослого населення в білках, жирах, вуглеводах та енергії (чоловіки)

Група інтенсивності праці	Вік, років	Енергія, ккал	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
I	18…29	2450	67	68	392
	30…39	2300	63	64	368
	40…59	2100	58	58	336
II	18…29	2800	77	78	448
	30…39	2650	73	74	424
	40…59	2500	69	69	400
III	18…29	3300	91	92	528
	30…39	3150	87	88	504
	40…59	2950	81	82	472
IV	18…29	3900	107	108	624
	30…39	3700	102	103	592
	40…59	3500	96	97	560

Таблиця А.3 – Добова потреба дорослого населення в білках, жирах, вуглеводах та енергії (жінки)

Група інтенсивності праці	Вік, років	Енергія, ккал	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
I	18…29	2000	55	56	320
	30…39	1900	52	53	304
	40…59	1800	50	51	288
II	18…29	2200	61	62	352
	30…39	2150	59	60	344
	40…59	2100	58	59	336
III	18…29	2600	72	73	416
	30…39	2550	70	71	408
	40…59	2500	69	70	400
IV	18…29	3050	84	85	488
	30…39	2950	81	82	472
	40…59	2850	78	79	456

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Завдання до практичного заняття № 2

Варіант	Інгредієнти страви	Маса інгредієнтів, г
1	Яйце куряче варене	40
	Картопля варена	150
	Курка смажена	130
	Майонез	30
	Кількість страви – 350 г	
2	Курка смажена	120
	Томат-соус	20
	Макарони	100
	Морква тушкована	100
	Кількість страви – 340 г	
3	Картопля варена	130
	Петрушка	30
	Минтай смажений	100
	Буряк варений	70
	Кількість страви – 330 г	
4	Яловичина смажена	75
	Капуста білокачанна	80
	Макарони	90
	Буряк запечений	70
	Кількість страви – 315 г	
5	Горбуша запечена	75
	Сир голландський запечений	20
	Гарбуза запечена	130
	Петрушка	30
	Кількість страви – 255 г	
6	Шпикачки відварні	80
	Картопля смажена	120
	Томат-соус	30
	Буряк варений	60
	Кількість страви – 290 г	
7	Кабачки смажені	110
	Курка смажена	70
	Картопля печена	120
	Майонез	30
	Кількість страви – 330 г	
8	Яблука запечені	130
	Курага запечена	80
	Курка печена	70
	Петрушка	20
	Кількість страви – 300 г	

9	Щука запечена Буряк запечений Майонез Картопля смажена Кількість страви – 335 г	130 75 10 120
10	Телятина відварна Хліб пшеничний Картопля відварна Морква тушкована Кількість страви – 360 г	110 40 130 80
11	Картопля смажена Оселедець Цибуля смажена Кабачки смажені Кількість страви – 320 г	130 70 40 80
12	Котлети Яйце куряче варене Томати тушковані Капуста білокачанна тушкована Кількість страви – 340 г	140 40 80 80
13	Печінка куряча смажена Цибуля смажена Петрушка Картопля варена Кількість страви – 250 г	90 30 20 110
14	Сосиски відварні Макарони Томат-соус Капуста білокачанна тушкована Кількість страви – 330 г	110 120 20 80
15	Яйця курячі запечені Сир голландський запечений Курка смажена Майонез Кількість страви – 250 г	60 40 120 30

Таблиця Б.2 – Вміст білків, жирів, вуглеводів та органічних кислот у продуктах

№	Найменування продуту	Вміст в 100 г продукту, г			
		Білки	Жири	Вуглеводи	Органічні кислоти
1	Буряк	1,5	0,1	9,0	0,1
2	Гарбуза	1,0	0,1	4,0	0,1
3	Горбуша	21,0	7,0	-	-
4	Кабачки	0,6	0,3	4,9	0,1
5	Капуста білокачанна	1,8	0,1	4,6	0,3
6	Картопля	2,0	0,4	1,3	0,2
7	Котлети	10,6	19,4	8,5	-
8	Курага	5,2	-	55,0	1,5
9	Курка	18,2	18,4	0,7	-
10	Майонез	82,0	0,9	-	-
11	Макарони	11,3	2,1	2	-
12	Минтай	15,9	0,9	-	-
13	Морква	1,3	0,1	7,0	0,3
14	Оселедець	17,5	11,4	-	-
15	Петрушка	3,7	0,4	6,8	0,1
16	Печінка куряча	20,4	5,9	1,4	-
17	Сир голландський	26,0	26,8	-	2,0(мол.)
18	Сосиски	11,6	19,8	2,0	-
19	Телятина	19,7	2,0	-	-
20	Томати	1,1	0,2	3,5	0,8
21	Томат-соус	2,5	-	20,8	1,5(ябл.)
22	Хліб пшеничний	7,6	0,9	1,1	0,3
23	Цибуля	1,4	-	9,0	0,2
24	Шпикачки	9,2	36,1	-	-
25	Щука	18,4	1,1	-	-
26	Яблуко	0,4	0,4	9,0	0,8
27	Яйце куряче	12,7	11,5	0,7	-
28	Яловичина	18,6	16,0	-	-

Додаток В

Таблиця В.1 – Завдання до практичного заняття № 4

Варіант	Страва	Варіант	Страва
1	Паштет з курячої печінки	9	Качка фарширована
2	Салат «Цезар з лососем»	10	Котлета по-київськи
3	Форшмак	11	Крученики зі свинини
4	Бограч	12	Люля кебаб
5	Борщ український	13	Крем-суп грибний
6	Соус «Айолі»	14	Хумус
7	Соус «Бешамель»	15	Профітролі з паштетом
8	Соус «Песто»		

Таблиця В.2 – Завдання до практичного заняття № 4

Варіант	Продукт	Варіант	Продукт
1	Йогурт питний з фруктовим наповнювачем	9	Майонез столовий
2	Сир кисломолочний нежирний	10	Сік яблучний освітлений пастеризований
3	Ковбаса варена	11	Нектар персиковий
4	Сосиски молочні	12	Пельмені заморожені м’ясні
5	Хліб пшеничний формовий	13	Морозиво вершкове з ваніллю
6	Печиво вівсяне	14	Напівфабрикати м’ясні рубані (котлети)
7	Макаронні вироби з твердих сортів пшениці	15	Чипси фруктові
8	Соус томатний		

Шаблон для техніко-технологічної карти

«Затверджую»
Директор ресторану
ПІБ_____
Дата:_____

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА № ____

Назва страви:_____

1. Сфера застосування

1.1. Техніко-технологічна карта поширюється на страву _____ _____, що виробляється рестораном і його філією.

2. Перелік сировини

2.1. Для приготування страви_____ використовують сировину:

	Найменування сировини	ДСТУ, ТУ
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

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

2.2. Сировина, що використовується для приготування _____ _____, має відповідати вимогам нормативної документації, мати сертифікати та посвідчення якості.

3. Рецептура

3.1. Рецептура страви _____

Найменування сировини	Маса брутто (г)		Маса нетто (г)

4. Технологічний процес

4.1. Підготовлення сировини до виробництва страви _____ _____ здійснюється у відповідності зі _____ _____.

4.2. Опис технологічного процесу: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____.

5. Оформлення, подача, реалізація і зберігання

5.1. Страва _____
має подаватися _____
_____
_____.

5.2. Температура подачі страви має бути _____°С.

5.3. Термін реалізації _____
при зберіганні _____ не більше ____ год з моменту закінчення технологічного процесу.

6. Показники якості та безпечності

6.1. Органолептичні показники страви:
Зовнішній вигляд – _____
_____.
Консистенція – _____.
Колір – _____.
Смак – _____.
Запах – _____.

6.2. Фізико-хімічні показники:

Масова частка сухих речовин, % (не менше)	_____
Масова частка жиру, % (не менше)	_____
Масова частка солі, % (не більше)	_____

6.3. Мікробіологічні показники:

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КОЕ в 1 г продукту не більше	1·10
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

Відповідальний розробник ПІБ

Шаблон для технічних умов

ДКПП_____ УКНД _____
позначення коду продукції згідно з ДК016 позначення коду документа згідно з ДК004

УКТЗЕД* _____
позначення коду продукції згідно з Митним тарифом України

ПОГОДЖЕНО	**ЗАТВЕРДЖУЮ**
_____ (посада керівника, назва організації)	_____ (посада керівника, назва організації)
_____ _____ (особистий підпис, печатка) (розшифрування підпису)	_____ _____ (особистий підпис, печатка) (розшифрування підпису)
_____ (дата або номер погоджувального листа, дата)	_____ (дата)

_____
(назва продукції – назва технічних умов)

Технічні умови

ТУ У_____ - _____
(позначення технічних умов)

(Введено вперше чи На заміну_____)
Дата надання чинності_____
Чинні до_____

ПОГОДЖЕНО	**РОЗРОБЛЕНО**
_____ (посада керівника, назва організації)	_____ (посада керівника, назва організації)
_____ _____ (особистий підпис, печатка) (розшифрування підпису)	_____ _____ (особистий підпис, печатка) (розшифрування підпису)
_____ (дата або номер погоджувального листа, дата)	_____ (дата)

ПОГОДЖЕНО

_____ (посада керівника, назва організації)	_____ (посади та підписи відповідальних осіб, виконавців)
_____ _____ (особистий підпис, печатка) (розшифрування підпису)	_____ _____ (особистий підпис) (розшифрування підпису)
_____ (дата або номер погоджувального листа, дата)	_____ (дата)

* позначається за бажанням власника технічних умов або за вимогою замовника

1. Сфера застосування продукції.

Ці технічні умови поширюються на _____ , призначену для
(назва продукції)

_____

2. Технічні вимоги

Основні показники і (або) характеристики (властивості)

_____

_____

Вимоги до сировини, матеріалів, покупних виробів

_____

_____

Пакування

_____

_____

Маркування

_____

_____

3. Вимоги безпеки

_____

_____

4. Вимоги охорони довкілля

_____

_____

5. Правила приймання

_____

_____

6. Методи контролювання (випробування, аналізу, вимірювання

_____

_____

7. Методи транспортування

_____

_____

8. Методи зберігання

_____

_____

Рекомендації щодо застосування

_____

_____

Гарантії виробника

_____

_____

Додатки

Додаток Г

Таблиця Г.1 – Завдання до практичного заняття № 5

Варіант	Параметр	Інгредієнти цукерок (сировина)				
		Цукрова пудра	Терте какао	Масло-какао	Мигдаль смажений	Есенція ванільна
1	2	3	4	5	6	7
1	$H_n^з$, кг	40,0	21,0	4,0	39,0	0,3
	W_n, %	0,16	3,0	0	2,5	100
2	$H_n^з$, кг	42,5	19,3	3,9	38,0	0,27
	W_n, %	0,15	2,9	0	3,0	100
3	$H_n^з$, кг	38,6	22,3	4,2	39,5	0,31
	W_n, %	0,2	3,1	0	3,2	100
4	$H_n^з$, кг	39,6	18,0	4,3	41,3	0,29
	W_n, %	0,11	2,7	0	2,8	100
5	$H_n^з$, кг	38,2	21,3	3,6	37,5	0,3
	W_n, %	0,10	3,1	0	3,1	100
6	$H_n^з$, кг	41,5	22,0	4,2	40,8	0,32
	W_n, %	0,18	2,8	0	2,9	100
7	$H_n^з$, кг	43,0	16,4	3,7	38,6	0,29
	W_n, %	0,21	3,2	0	3,0	100
8	$H_n^з$, кг	41,1	19,5	4,1	40,2	0,31
	W_n, %	0,16	3,0	0	3,4	100
9	$H_n^з$, кг	39,8	18,4	3,9	42,5	0,3
	W_n, %	0,14	2,9	0	2,7	100
10	$H_n^з$, кг	36,1	21,8	3,8	37,8	0,29
	W_n, %	0,12	3,3	0	2,5	100
11	$H_n^з$, кг	35,2	22,1	4,0	41,4	0,31
	W_n, %	0,15	3,1	0	3,3	100
12	$H_n^з$, кг	40,8	17,3	4,5	42,1	0,27
	W_n, %	0,18	3,0	0	3,8	100
13	$H_n^з$, кг	39,9	14,2	3,8	40,1	0,3
	W_n, %	0,17	2,8	0	3,0	100
14	$H_n^з$, кг	41,8	21,0	3,6	41,5	0,32
	W_n, %	0,20	2,7	0	2,9	100
15	$H_n^з$, кг	43,1	20,1	3,9	43,0	0,31
	W_n, %	0,16	2,9	0	3,4	100

Таблиця Г.2 – Завдання до практичного заняття № 5

Варіант	Норма втрат сухих речовин для готової продукції P^c, %	Вологість готових цукерок W, %	Варіант	Норма втрат сухих речовин для готової продукції P^c, %	Вологість готових цукерок W, %
1, 15	2,8	0,8	8	3,4	1,3
2	2,5	0,9	9	3,2	1,5
3	3,0	1,2	10	2,5	0,6
4	2,6	1,0	11	3,1	0,7
5	2,9	0,7	12	2,0	0,8
6	2,7	1,3	13	2,7	1,0
7	3,1	1,1	14	2,5	1,2

Додаток Д

Таблиця Д.1 – Завдання до практичного заняття № 6

Варіант	Параметри					
	$H_{заг.}^{гот.вир.}$, кг	P_1^c, %	P_2^c, %	P_3^c, %	P_4^c, %	P_5^c, %
1	2	3	4	5	6	7
1	100	10,0	6,1	5,9	1,0	2,4
2	150	8,5	5,9	6,4	1,2	2,3
3	250	7,9	6,2	6,0	0,9	2,5
4	300	5,4	5,8	5,6	1,3	2,2
5	200	12,3	6,3	6,5	0,8	2,6
6	120	8,0	5,7	5,5	1,4	2,1
7	180	9,4	6,4	6,7	0,7	2,7
8	160	9,8	6,0	5,9	1,2	2,4
9	210	8,7	5,6	6,2	1,0	2,3
10	190	10,3	6,5	5,8	1,3	2,6
11	500	8,6	5,5	6,3	0,8	2,0
12	310	7,7	6,7	5,7	1,4	2,3
13	450	5,6	6,2	5,9	0,7	2,2
14	170	11,0	5,7	6,2	1,0	2,6
15	270	8,3	6,0	6,6	1,2	2,5

Таблиця Д.2 – Завдання до практичного заняття № 6

Варіант	Витрата сировини на завантаження у кожній фазі $H_n^з$, кг									
	$H_1^з$	$H_2^з$	$H_3^з$	$H_4^з$	$H_5^з$	$H_6^з$	$H_7^з$	$H_8^з$	$H_9^з$	$H_{10}^з$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	38,7	13,3	30,7	13,3	4,0	38,94	34,19	34,19	51,28	0,23
2	39,6	13,4	30,9	13,4	4,2	38,71	33,71	33,71	52,02	0,22
3	37,5	13,2	30,5	13,2	3,8	38,10	34,10	34,10	50,54	0,24
4	38,2	13,5	31,1	13,5	4,4	39,20	35,21	35,21	51,35	0,21
5	39,1	13,1	30,3	13,1	3,6	38,21	34,27	34,27	52,21	0,25
6	38,0	13,6	31,3	13,6	4,1	38,54	33,53	33,53	51,73	0,23
7	39,4	13,0	30,1	13,0	3,9	38,16	35,12	35,12	51,83	0,22
8	38,5	13,1	30,6	13,1	4,3	39,05	34,08	34,08	50,84	0,24
9	38,1	13,3	30,8	13,3	3,7	39,54	34,44	34,44	50,41	0,21
10	39,3	13,2	30,4	13,2	4,1	38,03	34,23	34,23	51,66	0,25
11	37,8	13,4	31,0	13,4	3,8	39,33	34,53	34,53	51,10	0,22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	39,0	13,3	30,2	13,3	3,5	38,82	33,82	33,82	51,38	0,24
13	37,0	13,0	31,2	13,0	4,0	38,46	34,46	34,46	50,90	0,21
14	37,7	13,1	30,7	13,1	3,7	38,78	34,28	34,28	51,33	0,25
15	38,8	13,5	30,5	13,5	4,3	38,09	35,03	35,03	51,15	0,23

Таблиця Д.3 – Завдання до практичного заняття № 6

Варіант	Витрата сировини на завантаження у кожній фазі $H_n^з$, кг									
	$H_{11}^з$	$H_{12}^з$	$H_{13}^з$	$H_{14}^з$	$H_{15}^з$	$H_{16}^з$	$H_{17}^з$	$H_{18}^з$	$H_{19}^з$	$H_{20}^з$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,15	9,9	99,7	63,56	19,86	0,39	79,45	51,3	0,19	4,78
2	0,16	9,7	99,6	63,42	19,72	0,40	79,20	50,2	0,20	4,62
3	0,14	9,8	99,8	63,38	19,94	0,38	78,11	52,4	0,21	4,55
4	0,17	9,6	99,5	63,61	19,65	0,36	80,12	52,0	0,18	4,48
5	0,13	10,0	99,9	63,32	19,98	0,37	79,15	51,8	0,17	4,80
6	0,18	10,2	99,4	63,74	19,54	0,41	79,76	51,1	0,19	4,95
7	0,12	9,6	99,6	63,49	19,78	0,39	78,45	50,8	0,20	4,31
8	0,14	10,1	99,8	63,22	19,61	0,36	78,95	50,6	0,21	4,18
9	0,17	9,9	99,5	63,38	19,81	0,37	79,35	51,0	0,18	4,32
10	0,13	9,7	99,9	63,71	19,72	0,41	79,95	52,3	0,18	4,72
11	0,18	9,8	99,8	63,37	19,84	0,39	78,20	51,4	0,17	4,40
12	0,12	9,6	99,5	63,71	19,59	0,40	80,05	51,9	0,19	4,22
13	0,15	10,0	99,9	63,50	19,80	0,38	79,61	52,1	0,20	4,38
14	0,16	10,2	99,4	63,62	19,97	0,36	79,48	50,7	0,18	4,71
15	0,14	9,6	99,4	63,21	19,81	0,38	79,82	51,5	0,19	4,50

Додаток Е

Таблиця Е.1 – Завдання до практичного заняття № 7

Варіант	Параметри							
	$m_{сіль}$, %	$m_{др.}$, %	$W_м$, %	$W_б$, %	$W_{др.}$, %	$W_{р.др.}$, %	n, %	c, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,2	1,0	42	13,5	75	79	0,6	22
2	1,1	0,9	46	14,8	72	78	0,7	20
3	1,4	1,1	44	13,2	77	80	1,0	23
4	1,5	0,8	43	13,6	74	77	0,5	19
5	1,3	1,2	47	13,4	76	80	0,9	21
6	1,2	0,9	45	14,7	78	82	0,4	22
7	1,4	0,8	42	13,3	73	76	0,6	24
8	1,5	1,0	43	14,0	77	80	0,8	18
9	1,3	0,9	44	14,5	74	78	1,0	23
10	1,2	1,1	46	13,2	76	79	0,5	19
11	1,1	0,8	43	13,8	76	80	0,7	21
12	1,4	1,2	47	14,1	78	80	0,8	22
13	1,5	1,1	45	13,4	73	78	0,9	18
14	1,3	0,8	44	13,9	77	80	0,6	24
15	1,1	1,2	46	14,5	74	75	1,0	22

Для всіх варіантів: загальна хвилинна витрата борошна $G^{б}_{заг.}$ = 10 кг/хв.; дозування рідких дріжджів до маси борошна $m_{р.др.}$ = 10%; дріжджі використовують у вигляді суспензії у співвідношенні дріжджів і води 1:3.

Таблиця Е.2 – Завдання до практичного заняття № 7

Варіант	Параметри							
	$m_{сіль}$, кг	$m_{др.}$, кг	$m_{цук.}$, кг	$m_{мол.}$, кг	$W_{м}$, %	$W_{б}$, %	$W_{др.}$, %	$W_{оп.}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,2	1,2	3,0	23	47	13,3	74	46
2	1,1	0,9	3,5	25	45	14,0	77	47
3	1,4	1,1	2,7	27	42	14,5	72	48
4	1,5	0,8	3,4	24	43	13,2	75	47
5	1,3	1,0	2,8	26	44	13,8	75	48
6	1,1	1,2	3,1	22	46	14,1	72	46
7	1,5	1,1	3,3	28	43	13,4	77	47
8	1,3	0,8	2,9	25	47	13,9	74	48
9	1,2	1,1	2,7	24	45	14,5	76	47
10	1,4	1,1	3,4	27	44	13,5	78	48
11	1,5	0,8	2,6	26	42	14,8	73	46
12	1,3	1,2	3,2	22	46	13,2	77	47
13	1,2	0,9	3,0	28	44	14,5	74	48
14	1,1	1,1	3,3	26	45	14,0	76	46
15	1,4	0,8	2,9	23	43	13,8	75	47

Для всіх варіантів: загальна хвилинна витрата борошна $G^{б}_{заг.}$ = 10 кг/хв.; дріжджі розводять у співвідношенні 1:3; витрата борошна в опару – 50% загальної маси борошна в тісті, тобто $m_{б}$ = 50 кг; концентрація (вміст) у розчині: солі – $c_{сіль}$ = 26%; цукру – $c_{цук.}$ = 50%; вміст сухої речовини у молоці – 12%.

Додаток Є

Таблиця Є.1 – Завдання до практичного заняття № 8

Варіант	Параметри				
	$Ж_{сир.}$, %	$Ж_{н.мол.}$, %	$Ж_{сиров.}$, %	$G_{н.мол.}$, кг	$Р_{ж}$, %
1	18	3,6	0,2	2700	3,5
2	17	3,4	0,3	2100	3,2
3	12	3,7	0,4	1800	3,7
4	14	3,5	0,1	3200	3,3
5	16	3,8	0,3	1200	3,8
6	19	3,3	0,2	3500	3,4
7	15	3,7	0,1	4200	3,9
8	20	3,5	0,4	5300	3,7
9	12	3,8	0,5	1500	3,6
10	14	3,6	0,1	3700	3,8
11	16	3,4	0,3	5000	3,4
12	12	3,5	0,2	2000	3,5
13	14	3,8	0,2	4800	3,2
14	16	3,3	0,3	6500	3,7
15	19	3,7	0,4	1000	3,6

Таблиця Є.2 – Завдання до практичного заняття № 8

Варіант	Параметри					
	$G_{масл.}$, кг	$G_{вер.}$, кг	$G_{пахт.}$, кг	$Ж_{масл.}$,%	$Ж_{вер.}$,%	$Ж_{пахт.}$,%
1	495	1200	690	82,7	35	0,65
2	458	1100	630	81,5	34	0,61
3	542	1300	750	82,9	36	0,66
4	416	1000	580	82,0	37	0,64
5	583	1400	810	81,6	33	0,62
6	670	1600	925	82,8	35	0,67
7	750	1800	1030	81,7	34	0,63
8	625	1500	860	83,0	36	0,68
9	875	2100	1210	81,8	37	0,65
10	792	1900	1100	82,0	33	0,64
11	1042	2500	1445	81,9	35	0,62
12	916	2200	1270	82,5	34	0,67
13	958	2300	1330	83,0	36	0,63
14	1168	2800	1610	81,2	37	0,68
15	1000	2400	1380	81,4	33	0,61

Таблиця Є.3 – Завдання до практичного заняття № 8

Варіант	Параметри						
	$G_{масл.}$, кг	$G_{мол.}$, кг	$Ж_{масл.}$, %	$Ж_{мол.}$, %	$Ж_{вер.}$, %	$Ж_{зн.мол.}$, %	$Ж_{пахт.}$, %
1	512	12000	82	3,6	36	0,05	0,38
2	492	11500	81	3,5	35	0,06	0,36
3	417	10000	83	3,7	37	0,07	0,37
4	542	13000	80	3,4	34	0,08	0,39
5	595	14500	84	3,8	33	0,04	0,35
6	471	11500	82	3,3	38	0,03	0,36
7	656	16000	81	4,0	35	0,06	0,39
8	430	10500	83	3,5	37	0,04	0,38
9	512	12500	80	3,7	34	0,05	0,36
10	697	17000	84	3,4	33	0,07	0,37
11	594	14500	82	3,8	36	0,08	0,39
12	676	16500	81	3,6	35	0,04	0,36
13	717	17500	83	3,5	37	0,03	0,38
14	450	11000	80	3,7	34	0,06	0,35
15	574	14000	84	3,4	35	0,05	0,37

Для всіх варіантів: гранично допустимі втрати під час виробництва вершків становлять $P_{втр.ж1}$ = 0,55%, а під час виробництва масла – $P_{втр.ж2}$ = 0,33%.

Додаток Ж

Таблиця Ж.1 – Завдання до практичного заняття № 9

Варіант	Маса м'яса на кістці худоби (птиці, кролика), т								
	$M_к^{ВРХ}$	$M_к^{ДРХ}$	$M_к^{свин.}$	$M_к^{курч.}$	$M_к^{кур.}$	$M_к^{качк.}$	$M_к^{гус.}$	$M_к^{інд.}$	$M_к^{крол.}$
1	20	-	30	15	10	5	-	10	-
2	40	30	-	10	7	12	5	-	-
3	60	40	20	-	-	5	-	20	10
4	-	15	-	5	-	3	5	10	5
5	10	-	-	8	6	5	10	5	-
6	-	10	40	-	15	-	15	8	2
7	-	-	50	10	15	5	20	5	-
8	40	-	-	-	10	12	6	8	15
9	30	50	-	15	-	10	-	10	5
10	70	-	50	-	10	-	10	2	3
11	-	20	35	20	10	-	5	-	5
12	-	60	-	10	-	5	5	5	10
13	50	30	30	5	12	4	-	-	-
14	35	35	20	5	-	-	10	10	-
15	-	10	15	5	5	5	5	-	-

Для всіх варіантів: жива маса худоби (птиці, кролика) за існуючими нормами: велика рогата худоба (ВРХ) – $m_{жив.}^{ВРХ} = 350$ кг; дрібна рогата худоба (ДРХ) – $m_{жив.}^{ДРХ} = 40$ кг; свині – $m_{жив.}^{свин.} = 100$ кг; курчата – $m_{жив.}^{курч.} = 1$ кг; кури – $m_{жив.}^{кур.} = 1{,}5$ кг; качки – $m_{жив.}^{качк.} = 2$ кг; гуси – $m_{жив.}^{гус.} = 3{,}5$ кг; індички – $m_{жив.}^{інд.} = 4{,}5$ кг; кролик – $m_{жив.}^{крол.} = 3$ кг.

Категорія худоби *К*:

- для парних варіантів: ВРХ – I; ДРХ – II;
- для непарних варіантів: ВРХ – II; ДРХ – I.

Норма виходу кісткових жирів у % від маси сирої кістки $a_{ж.к.пр.}^{ВРХ} = 15\%$.

Таблиця Ж.2 – Завдання до практичного заняття № 9

Варіант	Параметри				
	$M_{г.пр.}$, кг/зміну	x_1	x_2	x_3	x_4
1	1500	-	-	+	+
2	2000	+	+	-	-
3	3200	-	+	+	-
4	2500	+	-	-	+
5	1800	+	-	+	-
6	3000	-	+	-	+
7	2100	-	-	+	+
8	1700	+	+	-	-
9	3800	-	+	+	-
10	1100	+	-	-	+
11	2400	+	-	+	-
12	3300	-	+	-	+
13	4000	+	+	-	-
14	2800	-	+	+	-
15	3700	+	-	-	+

Для всіх варіантів: позначка “+” – означає, що даний вид продукція виробляється; позначка “-” – означає, що даний вид продукція не виробляється.

Таблиця Ж.3 – Завдання до практичного заняття № 9

Варіант	Параметри			
	$m^{ялов.}_{ж.м.}$, кг; $a^{ялов.}_{ж.м.1} / a^{ялов.}_{ж.м.2}$,%	$m^{свин.}_{ж.м.}$, кг; $a^{свин.}_{ж.м.2} / a^{свин.}_{ж.м.3}$,%	$m^{бар.}_{ж.м.}$, кг; $a^{бар.}_{ж.м.1} / a^{бар.}_{ж.м.2}$,%	$m^{кон.}_{ж.м.}$, кг; $a^{кон.}_{ж.м.1} / a^{кон.}_{ж.м.2}$,%
1	2	3	4	5
1	2000 20/80	2200 30/70	500 10/90	- -
2	2400 25/75	2500 20/80	- -	400 20/80
3	1800 30/70	2000 30/70	- -	450 15/85
4	3500 15/85	3200 25/75	350 15/85	- -
5	2800 25/75	2800 15/85	- -	350 25/75
6	3100 20/80	3200 25/75	500 20/80	- -

1	2	3	4	5
7	5100 20/80	4800 20/80	- -	400 15/85
8	4200 25/75	4000 25/75	- -	380 20/80
9	3000 20/80	3100 15/85	410 25/75	- -
10	1400 20/80	1400 15/85	- -	520 30/70
11	2500 25/75	2100 20/80	360 15/85	- -
12	3700 20/80	3600 20/80	300 25/75	- -
13	4500 15/85	4700 25/75	- -	600 25/75
14	5500 20/80	5400 25/75	800 20/80	- -
15	1000 25/75	1100 30/70	- -	500 20/80

Таблиця Ж.4 – Завдання до практичного заняття № 9

Варіант	Параметри					
	$M_{г.пр.}^{в.ковб.}$, кг	$a_{г.пр.}^{в.ковб.}$, %	$a_{сир.1}^{в.ковб.}$,% $a_{сир.2}^{в.ковб.}$,%	$a_{сир.3}^{в.ковб.}$,% $a_{сир.4}^{в.ковб.}$,%	$a_{сир.5}^{в.ковб.}$,% $a_{сир.6}^{в.ковб.}$,%	$a_{сир.7}^{в.ковб.}$,% $a_{сир.8}^{в.ковб.}$,%
1	2	3	4	5	6	7
1	1400	105	35/40	25/0,05	3,0/0,06	4/0,03
2	1600	110	30/40	30/0,04	3,5/0,05	8/0,02
3	1100	108	25/35	40/0,06	3,2/0,07	5/0,01
4	2700	104	40/40	20/0,07	3,3/0,04	3/0,02
5	2300	115	35/35	30/0,03	3,1/0,03	8/0,01
6	2600	107	30/30	40/0,08	3,6/0,05	5/0,03
7	4100	103	35/25	40/0,04	2,9/0,04	2/0,02
8	3700	109	35/40	25/0,05	2,7/0,05	4/0,03
9	2500	117	30/40	30/0,07	2,6/0,07	8/0,02
10	1100	113	25/35	40/0,06	2,8/0,06	5/0,01
11	1800	102	40/40	20/0,08	3,0/0,05	3/0,02
12	3400	104	35/35	30/0,03	3,2/0,04	4/0,01
13	4000	116	30/30	40/0,05	3,1/0,08	5/0,03
14	4800	107	35/25	40/0,04	2,8/0,04	2/0,02
15	800	103	35/40	25/0,05	2,9/0,06	5/0,03

Додаток З

Таблиця З.1 – Завдання до практичного заняття № 10

Варіант	Компоненти консервів, %									
	$S^{каб.}_{сир.}$	$S^{морква}_{сир.}$	$S^{б.кор.}_{сир.}$	$S^{циб.}_{сир.}$	$S^{зел.}_{сир.}$	$S^{сіл.}_{сир.}$	$S^{цук.}_{сир.}$	$S^{прян.}_{сир.}$	$S^{т.с.}_{сир.}$	$S^{ол.}_{сир.}$
1	77,3	4,6	1,3	3,2	0,3	1,5	0,8	0,1	7,3	3,6
2	77,6	4,5	1,4	3,3	0,2	1,4	0,9	0,2	7,0	3,5
3	77,0	4,7	1,2	3,1	0,2	1,3	0,7	0,1	7,8	3,9
4	77,2	4,8	1,4	3,0	0,3	1,6	0,8	0,2	7,1	3,6
5	77,1	4,4	1,5	3,4	0,2	1,7	0,6	0,3	7,2	3,6
6	76,1	4,2	1,7	3,5	0,1	1,5	0,7	0,2	8,0	4,0
7	77,5	4,1	1,9	3,2	0,3	1,2	0,6	0,2	7,2	3,8
8	77,7	4,0	2,1	3,1	0,2	1,5	0,9	0,1	7,1	3,3
9	75,4	4,9	1,6	3,2	0,4	1,4	0,8	0,3	8,1	3,9
10	76,5	4,4	1,2	3,3	0,2	1,7	0,7	0,2	8,3	3,5
11	75,9	4,3	1,5	3,4	0,2	1,5	0,7	0,1	8,7	3,7
12	77,4	4,8	1,7	3,2	0,3	1,6	0,9	0,1	6,4	3,6
13	77,8	4,6	1,5	3,1	0,2	1,5	0,7	0,2	6,7	3,7
14	78,0	4,2	1,0	2,9	0,3	1,4	0,6	0,1	7,7	3,8
15	77,5	4,9	1,2	3,3	0,2	1,5	0,8	0,1	6,8	3,7

Таблиця З.2 – Завдання до практичного заняття № 10

Варіант	Компоненти томатного соусу, %				
	$S^{т.п.}_{сир.}$	$S^{бор.}_{сир.}$	$S^{цук.}_{сир.}$	$S^{сіл.}_{сир.}$	$S^{пер.}_{сир.}$
1	87,6	2,1	6,2	4,0	0,1
2	86,4	2,3	7,0	4,2	0,1
3	86,4	2,4	6,9	4,1	0,2
4	87,5	2,2	6,4	3,8	0,1
5	88,4	2,0	5,9	3,6	0,1
6	87,3	1,9	6,3	4,3	0,2
7	86,6	2,5	6,8	3,9	0,2
8	88,0	1,7	6,0	4,1	0,1
9	87,9	1,6	6,3	4,0	0,2
10	88,0	2,5	5,8	3,6	0,1
11	88,6	2,7	5,4	3,2	0,1
12	88,1	1,5	6,3	4,0	0,1
13	87,5	2,2	6,2	3,9	0,2
14	88,2	2,0	6,0	3,7	0,1
15	87,4	2,3	5,9	4,3	0,1

Таблиця 3.3 – Завдання до практичного заняття № 10

Рецептура консервів “Перець, фаршированний овочами”		
Компоненти	Вміст компонентів $S_{сир.}$, %	Кількість компоненту в туб $m_{сир.рец.}$, кг
Консерви		
Перець бланшований	$S_{сир.}^{пер.бл.} = 25{,}0\%$	$m_{сир.рец.}^{пер.бл.} = 83{,}75$ кг
Фарш овочевий	$S_{сир.}^{фарш} = 40{,}0\%$	$m_{сир.рец.}^{фарш} = 134{,}00$ кг
Томатний соус	$S_{сир.}^{т.с.} = 33{,}0\%$	$m_{сир.рец.}^{т.с.} = 110{,}55$ кг
Олія	$S_{сир.}^{ол.} = 2{,}0\%$	$m_{сир.рец.}^{ол.} = 6{,}70$ кг
Всього	100	335,00
Фарш овочевий		
Морква обсмажена	$S_{сир.}^{морква}$	$m_{сир.рец.}^{морква}$
Білі корені обсмажені	$S_{сир.}^{б.кор.}$	$m_{сир.рец.}^{б.кор.}$
Цибуля обсмажена	$S_{сир.}^{циб.}$	$m_{сир.рец.}^{циб.}$
Зелень	$S_{сир.}^{зел.}$	$m_{сир.рец.}^{зел.}$
Сіль	$S_{сир.}^{сіл.}$	$m_{сир.рец.}^{сіл.}$
Всього	100	134,00
Томатний соус		
Томатна пульпа 8%-а	$S_{сир.}^{т.п.}$	$m_{сир.рец.}^{т.п.}$
Борошно	$S_{сир.}^{бор.}$	$m_{сир.рец.}^{бор.}$
Цукор	$S_{сир.}^{цук.}$	$m_{сир.рец.}^{цук.}$
Сіль	$S_{сир.}^{сіл.}$	$m_{сир.рец.}^{сіл.}$
Перець (прянощі)	$S_{сир.}^{пер.}$	$m_{сир.рец.}^{пер.}$
Всього	100	110,55

Таблиця 3.4 – Завдання до практичного заняття № 10

Варіант	Компоненти фаршу овочевого, %				
	$S_{сир.}^{морква}$	$S_{сир.}^{б.кор.}$	$S_{сир.}^{циб.}$	$S_{сир.}^{зел.}$	$S_{сир.}^{сіл.}$
1	76,0	8,0	11,0	3,0	2,0
2	75,8	7,8	11,5	2,8	2,1
3	75,7	8,5	10,5	3,5	1,8
4	75,4	7,0	12,0	4,0	1,6
5	74,3	9,0	10,8	3,7	2,2
6	76,9	7,4	11,2	2,5	2,0
7	74,6	8,8	10,0	4,5	2,1
8	76,0	10,0	8,5	3,6	1,9
9	74,1	9,4	11,4	3,1	2,0
10	76,2	10,3	9,0	2,7	1,8
11	75,4	11,0	7,5	4,2	1,9
12	76,3	7,6	10,9	3,2	2,0
13	74,6	7,9	12,3	3,5	1,7
14	74,9	8,3	10,7	4,0	2,1
15	74,4	9,2	11,0	3,5	1,9

Таблиця 3.5 – Завдання до практичного заняття № 10

Сировина	Втрати та відходи сировини *p* під час технологічних операцій, %					
	Зберігання	Очистка, миття, нарізування, просіювання, пасерування	Бланшування	Обсмажування	Охолодження	Фаршірування та вкладання в банки
Перець	1,5	24,0	2,0	-	-	1
Морква	1,5	10,5	-	50 + 2	2	1
Білі корені	1,5	23,0	-	35	2	1
Цибуля	1,5	17,0	-	50 + 2	2	1
Зелень	-	31,0	-	-	-	1
Борошно	-	12,0	-	-	-	-

Таблиця 3.6 – Завдання до практичного заняття № 10

Банки металеві для консервів				
Варіант	Номер банки № *N*	Форма банки	Об’єм банки, мл	Перевідний коефіцієнт фізичної банки в умовні
1, 12	2	циліндрична	175	0,500
2, 13	3	циліндрична	250	0,707
3, 14	5	циліндрична	240	0,710
4, 15	6	циліндрична	269	0,765
5	7	циліндрична	316	0,894
6	8	циліндрична	353	1,000
7	9	циліндрична	364	1,030
8	11	циліндрична	473	1,352
9	12	циліндрична	565	1,598
10	13	циліндрична	889	2,515
11	14	циліндрична	3020	8,545

Для всіх варіантів: продуктивності лінії консервів “Перець, фаршированний овочами” *N* туб/год. рівна номеру банки № *N* (таблиця 3.6).

Додаток К

Таблиця К.1 – Завдання до практичного заняття № 11

Варіант	Напій	$Q_{т.л.}^{нап.}$, тис. дал/рік	Рецептурні компоненти
1	Освіжаючий	400	Цукор, лимонний настій, біле столове вино, лимонна кислота, вуглекислий газ
2	Ситро	300	Цукор, лимонний настій, мандариновий настій, апельсиновий настій, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
3	Крюшон	600	Цукор, апельсиновий настій, червоне столове вино, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
4	Театральний	800	Цукор, журавлиний морс, вишневий сік, апельсиновий настій, спирт, ванілін, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
5	Малиновий	700	Цукор, малиновий сік, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
6	Вишневий	500	Цукор, вишневий сік, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
7	Лимонний	900	Цукор, лимонний настій, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
8	Яблучний	400	Цукор, яблучний сік, спирт, ванілін, лимонна кислота, колер, вода
9	Лимонад	500	Цукор, композиція “Лимонад”, лимонна кислота , вуглекислий газ, колер, вода
10	Ситро	700	Цукор, лимонний настій, мандариновий настій, апельсиновий настій, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
11	Крюшон	200	Цукор, апельсиновий настій, червоне столове вино, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
12	Театральний	500	Цукор, журавлиний морс, вишневий сік, апельсиновий настій, спирт, ванілін, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
13	Малиновий	300	Цукор, малиновий сік, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
14	Освіжаючий	700	Цукор, лимонний настій, біле столове вино, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода
15	Вишневий	900	Цукор, вишневий сік, лимонна кислота, вуглекислий газ, колер, вода

Таблиця К.2 – Завдання до практичного заняття № 11

Напій	Витрати $m_{комп.}^{рец.нап.}$ рецептурних компонентів на 100 дал напою				
	Цукор, кг	Колер, кг	Кількість лимонної кислоти, г		
			на 100 дал напою	вноситься із соком або вином	потрібна для нейтралізації води
Лимонад	120	1,0	1400	-	210,5
Ситро	120	0,5	1400	-	210,5
Лимонний	80	0,75	1960	-	216,0
Яблучний	110	0,5	1400	1204	180,0
Вишневий	100	0,07	1610	1404	186,0
Малиновий	100	0,2	1400	900	186,0
Театральний	100	0,07	1820	1194	186,0
Крюшон	100	0,07	1575	612	186,0
Освіжаючий	70	-	1190	600	195,0

Таблиця К.3 – Завдання до практичного заняття № 11

Напій	Вид сировини	Витрати сировини $m_{комп.}^{рец.нап.}$ або $V_{комп.}^{рец.нап.}$ на 100 дал напою	Вміст сухих речовин $m_{комп.}^{с.р./л.нап.}$ чи $S_{комп.}^{нап.}$
Лимонад	Композиція “Лимонад”	5 л	-
Ситро	Лимонний настій Мандариновий настій Апельсиновий настій	2,5 л 1,25 л 1,25 л	- - -
Лимонний	Лимонний настій	7 л	-
Яблучний	Яблучний сік Спирт Ванілін	140 л 0,05 л 10 г	0,098 кг/л - 100%
Вишневий	Вишневий сік	120 л	0,114 кг/л
Малиновий	Малиновий сік	120 л	0,068 кг/л
Театральний	Журавлиний морс Вишневий сік Апельсиновий настій Спирт Ванілін	80 л 20 л 3 л 0,1 л 20 г	0,04 кг/л 0,164 кг/л - - 100%
Крюшон	Вино червоне столове Апельсиновий настій	120 л 3 л	0,0235 кг/л -
Освіжаючий	Вино біле столове Лимонний настій	100 л 2,4 л	0,018 кг/л -

Додаток Л

Таблиця Л.1 – Завдання до практичного заняття № 12

Варіант	$V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.}$, дал	Варіант	$V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.}$, дал	Варіант	$V_{б.сп.}^{1т\ кр.п.}$, дал
1	65,8	6	66,9	11	65,2
2	66,7	7	64,7	12	66,4
3	64,3	8	66,0	13	66,8
4	66,2	9	67,0	14	65,7
5	65,3	10	64,9	15	66,1

Таблиця Л.2 – Завдання до практичного заняття № 12

Варіант	Вміст крохмалю в сировині, %			Забрудненість і засміченість сировини, %			$a_{сол.}^{зерно}$, %	$B_{сол.}$, %
	$a_{кр.}^{карт.}$	$a_{кр.}^{ячм.}$	$a_{кр.}^{пр.}$	$З_{карт.}$	$З_{ячм.}$	$З_{пр.}$		
1	19,6	54,6	51,0	3,5	5,2	6,0	13,8	15,4
2	19,0	55,8	49,7	4,5	4,7	5,3	13,5	15,2
3	19,9	56,1	50,2	5,1	6,3	4,9	14,0	15,8
4	18,5	54,0	51,4	3,8	5,4	4,0	13,7	16,0
5	20,0	56,5	49,1	4,1	4,1	6,1	13,6	15,6
6	19,5	55,1	50,8	5,4	6,0	5,7	13,1	15,1
7	18,9	54,2	51,6	4,0	5,3	6,2	13,9	15,3
8	19,4	53,5	49,9	5,7	4,9	4,4	13,8	15,9
9	18,1	57,1	50,4	3,9	4,0	3,8	13,5	15,2
10	18,6	55,4	51,1	4,2	6,1	5,6	14,0	15,8
11	19,7	56,7	49,0	3,0	5,7	5,2	13,7	16,0
12	18,3	54,9	50,0	6,8	6,2	4,7	13,6	15,6
13	20,1	55,5	50,3	5,5	4,4	6,3	13,1	15,1
14	17,9	57,2	49,3	4,9	3,8	5,4	13,9	15,4
15	18,7	54,8	51,5	3,7	5,6	4,1	13,5	16,0

Таблиця Л.3 – Завдання до практичного заняття № 12

Варіант	Маса сировини, т				
	$m_{кук.}$	$m_{карт.}$	$m_{ц.б.}$	$m_{мел.}$	$m_{пш.}$
1	700	1450	2100	450	1200
2	810	1320	1800	380	1600
3	650	1540	2300	470	1210
4	750	1600	1900	360	1800
5	920	1210	2200	490	1650
6	540	1800	1700	340	1100
7	950	1650	2500	460	1290
8	690	1100	1600	350	1380
9	780	1290	2400	480	1450
10	450	1380	2600	330	1320
11	840	1400	1500	400	1540
12	590	1730	2000	330	1600
13	970	1460	2800	490	1400
14	710	1670	1100	380	1730
15	880	1790	2900	450	1460

Таблиця Л.4 – Завдання до практичного заняття № 12

Варіант	Вміст крохмалю чи цукру у сировині, %				
	$a_{кр.}^{кук.}$	$a_{кр.}^{карт.}$	$a_{цукор}^{ц.б.}$	$a_{цукор}^{мел.}$	$a_{кр.}^{пш.}$
1	59,8	18,0	14,3	51,2	50,8
2	60,0	18,2	14,8	48,9	49,1
3	60,2	17,8	13,1	50,8	50,6
4	59,6	18,4	14,4	49,1	49,3
5	60,4	17,6	14,2	50,6	50,4
6	59,4	18,3	14,5	49,3	49,5
7	60,6	17,5	13,6	50,4	50,8
8	59,5	18,1	14,1	49,5	50,0
9	60,5	17,2	13,7	51,4	48,9
10	59,7	17,8	15,0	51,9	50,5
11	60,3	18,4	13,2	49,9	50,7
12	59,9	17,6	14,0	48,1	51,9
13	60,1	18,3	14,6	48,7	49,9
14	60,7	17,0	13,9	50,5	48,1
15	59,1	18,8	13,0	50,7	48,7

Додаток М

Таблиця М.1 – Завдання до практичного заняття № 13

Варіант	Асортимент виробів	Річний випуск продукції $Q_{т.л.}^{нап.}$, тис. дал/рік	Міцність напоїв $a_{сп.}$, об.%
1	Горілка “Екстра”	450	40
2	Горілка “Горілка”	350	40
3	Горілка “Столична ”	730	40
4	Горілка “Святкова”	520	40
5	Горілка “Українська ”	350	45
6	Горілка “Особлива ”	650	40
7	Горілка “50%-на”	330	50
8	Горілка “Екстра”	710	40
9	Горілка “Горілка”	630	40
10	Горілка “Столична ”	500	40
11	Горілка “Святкова”	350	40
12	Горілка “Українська ”	800	45
13	Горілка “Особлива ”	430	40
14	Горілка “50%-на”	520	50
15	Горілка “Екстра”	580	40

Таблиця М.2 – Завдання до практичного заняття № 13

Сорт горілки	Втрати спирту, %		
	в очисному цеху $B_{оч.цех.}^{нап.}$	в розливному цеху $B_{розл.}^{нап.}$	загальні $B_{сп.}^{нап.} = B_{оч.цех.}^{нап.} + B_{розл.}^{нап.}$
Горілка “Екстра”	0,7	0,4	1,1
Горілка “Горілка”	0,7	0,4	1,1
Горілка “Столична ”	0,7	0,4	1,1
Горілка “Святкова”	0,6	0,4	1,0
Горілка “Українська ”	0,7	0,4	1,1
Горілка “Особлива ”	0,4	0,4	0,8
Горілка “50%-на”	0,4	0,4	0,8

Таблиця М.3 – Завдання до практичного заняття № 13

Варіант	Міцність спирту $a_{р.сп.}$, об.%	Кількість води на 100 дал спирту $V_{вод.}^{100сп.стол.}$, дал	Витрата компонентів $m_{сир.}^{рец.}$ [кг]/$V_{сир.}^{рец.}$ [л] на 1000 дал горілки
1	96,1	147,31	Цукор – 25 кг Перманганат калію – 3 г
2	96,2	147,59	Питна сода – 1 кг Цукор – 10 кг Лимонна кислота – 0,308 кг
3	96,5	148,42	Цукор – 20 кг
4	96,3	147,87	Питна сода – 2 кг Цукор – 2 кг Лимонна кислота – 0,8 кг
5	96,5	121,16	Мед – 40 кг
6	96,0	98,02	Питна сода – 1,54 кг Оцтова кислота 80% – 0,4 л
7	96,4	98,93	-
8	95,9	146,76	Цукор – 25 кг Перманганат калію – 3 г
9	96,1	147,31	Питна сода – 1 кг Цукор – 10 кг Лимонна кислота – 0,308 кг
10	96,5	148,42	Цукор – 20 кг
11	96,3	147,87	Питна сода – 2 кг Цукор – 2 кг Лимонна кислота – 0,8 кг
12	96,5	121,16	Мед – 40 кг
13	96,0	147,02	Питна сода – 1,54 кг Оцтова кислота 80% – 0,4 л
14	96,4	98,93	-
15	96,1	147,31	Цукор – 25 кг Перманганат калію – 3 г

Таблиця М.4 – Завдання до практичного заняття № 13

Варіант	Асортимент виробів	Річний випуск продукції $Q_{т.л.}^{нап.}$, тис. дал/рік	Міцність напоїв $a_{сп.}$, об.%
1	Гірка настойка “Біловезька”	25	40
2	Солодка настойка “Лимонна”	45	20
3	Наливка “Вишнева”	75	19
4	Лікер “Південний”	15	24
5	Пунш “Сливовий”	35	18
6	Наливка “Північна”	33	19
7	Лікер “Обліпиховий”	65	24
8	Лікер “Трояндовий”	50	24
9	Наливка “Малинова”	43	19
10	Наливка “Кизилова”	71	19
11	Солодка настойка “Абрикосова”	80	20
12	Гірка настойка “Перцівка”	60	40
13	Лікер “Фантазія”	40	24
14	Гірка настойка “Петрівська”	45	40
15	Солодка настойка “Ніжинська горобина”	24	20

Таблиця М.5 – Завдання до практичного заняття № 13*

Сировина, напівфабрикат	Витрати на 1000 дал напою, л або кг						
	Гіркі настойки			Солодкі настойки			Пунш
	Біловезька	Перцівка	Петрівська	Лимонна	Абрикосова	Ніжинська горобина	Сливовий
1	2	3	4	5	6	7	8
Цукровий сироп конц. 65,8%	23 л	40 л	29 л	2876 л	2240 л	844 л	4018 л
Морс із сушеної сировини	-	-	-	-	-	3160 л	-
Спиртований сік	-	-	-	-	-	-	200 л
Настій:							
- лимонної кірки	-	-	-	540 л	-	-	-
- дібрівки	90 л	-	-	-	-	-	-
- лаврового листя	0,5 л	-	-	-	-	-	-
- інші	-	170 л	100 л	-	25 л	35 л	228 л
Ароматний спирт	200 л	156 л	132 л	65,2 л	58,3 л	45,6 л	30,8 л

1	2	3	4	5	6	7	8
Вино	-	-	-	16,5 л	15,4 л	12,1 л	215,4 л
Цукор	20 кг	35 кг	25 кг	2500 кг	1948 кг	734 кг	3490 кг
Лимонна кірка	-	-	-	100 кг	-	-	-
Кореневище дібрівки	16 кг	-	-	-	-	-	-
Ефірне масло, есенція	-	0,47 кг	0,41 кг	0,09 кг	0,05 кг	0,03 кг	0,04 кг
Барвник: - тартразин - кошеніль - колер	 - - 2 кг	 - - 1,5 кг	 - - 1,7 кг	 0,1 кг - -	 - - 1,3 кг	 - 7,5 кг -	 - - 0,8 кг
Лимонна кислота	-	-	-	8,3 кг	8,2 кг	8,4 кг	18,6 кг

Таблиця М.6 – Завдання до практичного заняття № 13*

Сировина, напівфабрикат	Витрати на 1000 дал напою, л або кг							
	Наливки				Лікери			
	Вишнева	Північна	Малинова	Кизилова	Південний	Обліпиховий	Трояндовий	Фантазія
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Цукровий сироп конц. 65,8%	4594 кг	4535 кг	4560 кг	4570 кг	4600 кг	5113 кг	4800 кг	4750 кг
Морс із свіжої або сушеної сировини	-	4338 л	120 л	140 л	-	30 л	34 л	120 л
Спиртований сік	2500 л	-	2100 л	1800 л	2000 л	1500 л	1600 л	-
Настій: - мигдалю - лимонної кірки	 21 л -	 - 15 л	 - -	 - -	 - 18 л	 - -	 - 16 л	 - 18 л
Ароматний спирт	-	-	-	-	950 л	1100 л	800 л	-
Цукор	3955 кг	3943 кг	3960 кг	3970 кг	4000 кг	4445 кг	4220 кг	4180 кг
Барвник: - тартразин - колер	 - -	 - -	 - -	 - -	 0,05 кг 9 кг	 - 2 кг	 - -	 - 3 кг
Лимонна кислота	14 кг	2,6 кг	12 кг	10 кг	-	7 кг	5 кг	6 кг
Ванілін	0,08 кг	-	-	-	-	0,4 кг	0,1 кг	0,2 кг

* Представлені у таблиці М.5 та таблиці М.6 рецептури складені у навчальних цілях і не призначені для виробництва.

Додаток Н

Таблиця Н.1 – Завдання до практичного заняття № 14

Варіант	Вміст та втрати сухих речовин у сировині та напівфабрикатах, %							
	$a^{с.р.}_{зерн.}$	$a^{с.р.}_{сусл.}$	$B^{с.р.}_{спл.}$	$B^{с.р.}_{розч.}$	$B^{с.р.}_{дих.}$	$B^{с.р.}_{рост.}$	$B^{с.р.}_{пол.}$	$B^{с.р.}_{тем.сол.}$
1	86	11	0,1	0,6	5,1	4,0	0,5	12
2	85	13	0,9	1,5	7,0	4,9	0,2	16
3	88	12	0,2	0,5	5,0	4,1	0,4	13
4	90	14	0,8	1,4	6,9	5,0	0,3	15
5	87	15	1,0	0,7	5,2	4,2	0,5	14
6	89	17	1,5	1,3	6,8	4,8	0,2	16
7	86	23	1,7	0,8	5,3	4,3	0,4	12
8	85	20	2,0	1,2	6,7	4,7	0,3	15
9	88	14	1,1	0,9	5,4	4,4	0,5	13
10	90	11	0,7	1,1	6,8	4,6	0,2	16
11	87	23	1,2	1,0	5,5	4,5	0,4	14
12	89	12	1,4	0,5	6,7	4,9	0,3	12
13	86	15	0,6	1,4	5,7	4,1	0,2	16
14	85	17	1,8	0,7	6,5	5,0	0,5	12
15	88	13	1,3	1,3	6,1	4,0	0,3	15

Таблиця Н.2 – Завдання до практичного заняття № 14

Варіант	Вологість сировини, відходів та напівфабрикатів, %						
	$W_{зам.зерн.}$	$W_{з.сол.}$	$W_{с.сол.}$	$W_{відл.сол.}$	$W_{с.спл.}$	$W_{п.с.спл.}$	$W_{рост.}$
1	42	39	3,2	6,0	27	15	9
2	44	43	2,5	5,0	30	14	12
3	41	40	3,1	5,9	33	15	11
4	43	42	2,6	5,1	31	14	10
5	45	41	2,4	5,8	28	15	12
6	42	38	3,0	5,2	30	14	9
7	44	44	2,7	5,7	29	15	10
8	41	45	2,9	5,3	27	14	11
9	43	37	3,3	5,4	33	15	11
10	45	39	3,0	5,6	31	14	10
11	42	43	3,1	5,5	28	15	12
12	44	40	2,6	5,1	30	14	9
13	41	42	2,4	5,8	29	15	10
14	43	41	3,0	5,2	27	14	12
15	45	38	2,7	5,7	30	15	9

Таблиця Н.3 – Завдання до практичного заняття № 14

Варіант	Втрати напівфабрикатів, %				
	$B_{сол.др.}$	$B_{сусл.}$	$B_{брод.}$	$B_{філ.}$	$B_{пиво}$
1	2,5	5,7	3,0	2,0	3,0
2	1,5	7,0	2,1	3,9	2,0
3	2,4	5,6	2,9	2,1	2,9
4	1,6	6,9	2,0	4,0	2,1
5	2,3	5,7	2,8	3,0	2,8
6	1,7	6,8	2,2	3,8	2,2
7	2,2	5,8	2,7	2,3	2,7
8	1,8	6,7	2,3	3,7	2,3
9	2,1	5,9	2,6	2,4	2,6
10	1,9	6,6	2,4	3,6	2,4
11	2,0	6,0	2,5	2,5	2,5
12	1,6	6,5	2,4	3,5	2,1
13	2,4	6,1	2,8	2,7	2,9
14	1,8	6,4	2,3	3,2	3,0
15	2,3	6,2	2,1	2,2	2,4

Таблиця Н.4 – Завдання до практичного заняття № 14

Параметри сусла	Вміст сухих речовин у початковому суслі $a_{усл.}^{с.р.}$, %							
	11	12	13	14	15	17	20	23
Густина початкового сусла $\rho_{усл.}^{20^{\circ}C}$, кг/л	1,0442	1,0484	1,0526	1,0568	1,0611	1,0698	1,0830	1,0965

Таблиця Н.5 – Завдання до практичного заняття № 14

Параметр	Варіант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Екстрактивність солоду $e_{т.сол.}$, %	76	74	77	75	78	76	74	77	75	78	76	74	77	75	78
Витрата хмелю $m_{хм./дал}$, г/дал	30	22	45	50	35	38	36	40	60	20	10	38	30	22	40

Додаток П

Таблиця П.1 – Завдання до практичного заняття № 15

Варіант	Культура	Термін зберігання, $n_{д.}$, діб	Місце зберігання	Маса зернового вороху, $m_{з.вор.}^{поч.}$, кг
1	жито	70	елеватор	46000
2	овес	340	склад / тара	38000
3	ячмінь	210	елеватор	69000
4	гречка	300	склад / насип	54000
5	просо	140	склад / тара	21000
6	горох	100	склад / насип	72000
7	рис	40	елеватор	12000
8	кукурудза	90	склад / тара	32000
9	соняшник	120	склад / насип	85000
10	пшениця	170	склад / тара	31000
11	овес	280	елеватор	27000
12	рис	150	склад / насип	24000
13	жито	250	склад / тара	58000
14	горох	310	склад / насип	41000
15	пшениця	50	елеватор	87000

Таблиця П.2 – Завдання до практичного заняття № 15

Варіант	Параметри						
	$a_{см.д.}^{поч.}$, %	$a_{см.д.}^{кінц.}$, %	$a_{з.д.}^{поч.}$, %	$a_{з.д.}^{кінц.}$, %	$W_{зерно}^{поч.}$, %	$W_{зерно}^{кінц.}$, %	$B_{зерно}^{скл./ел.}$, %
1	2,2	0,2	2,5	1,2	17,3	14,1	0,02
2	2,7	1,3	3,2	0,8	19,5	14,3	0,04
3	2,8	0,3	4,1	1,6	21,1	14,9	0,03
4	1,9	1,2	2,9	0,7	15,4	13,5	0,03
5	1,3	0,4	2,7	1,0	18,3	15,0	0,02
6	2,0	1,1	3,6	0,9	15,9	13,0	0,04
7	1,4	0,5	2,2	1,5	16,6	13,8	0,01
8	1,7	1,0	3,3	1,3	22,0	14,6	0,03
9	1,5	0,8	2,4	0,5	18,7	14,9	0,02
10	1,2	0,6	2,6	1,8	17,7	13,2	0,04
11	2,4	0,7	3,4	1,7	19,0	13,6	0,02
12	2,9	1,4	4,0	1,1	17,5	14,4	0,04
13	2,5	1,2	3,8	1,4	15,8	14,8	0,03
14	0,9	0,3	2,3	0,4	16,4	13,7	0,02
15	1,6	1,5	3,1	0,6	19,4	13,3	0,03

Таблиця П.3 – Завдання до практичного заняття № 15

Варіант	Параметр							
	$m_{зерно}$, т	$W^{факт.}_{зерно}$, %	$W^{розр.}_{пр.}$, %	$c^{факт.}_{зерно}$, %	$з^{факт.}_{зерно}$, %	$a^{факт.}_{см.д.}$, %	$a^{факт.}_{з.д.}$, %	$\rho^{факт.}_{нат.}$, г/л
1	1300	13,4	14,5	49	1,80	0,3	0,5	761
2	2400	14,4	14,5	40	1,89	1,9	1,4	780
3	1600	13,1	14,5	48	1,81	1,0	2,8	775
4	2800	14,1	14,5	41	1,88	0,4	0,8	763
5	1900	13,5	14,5	47	1,82	1,6	1,7	777
6	3100	14,3	14,5	42	1,87	0,5	2,5	767
7	2100	13,3	14,5	46	1,83	1,8	0,9	772
8	1500	14,2	14,5	43	1,86	0,6	1,2	774
9	3000	13,0	14,5	45	1,84	1,7	3,0	764
10	2200	13,2	14,5	50	1,90	0,7	2,1	760
11	1700	14,0	14,5	41	1,85	1,5	2,4	773
12	2500	13,9	14,5	44	1,81	0,9	1,0	778
13	3500	13,7	14,5	48	1,88	1,4	1,9	769
14	1000	14,5	14,5	45	1,85	0,8	2,9	779
15	2600	13,8	14,5	49	1,83	1,1	2,7	781

Таблиця П.4 – Завдання до практичного заняття № 15

Варіант	Параметр							
	$m^{кінц.}_{в.пл.}$, кг	$W^{поч.}_{в.кр.}$, %	$W^{кінц.}_{в.пл.}$, %	$B^{оч./суш.}_{в.кр.}$, %	$B^{відокр.}_{в.кр.}$, %	$B^{пр./відл.}_{в.кр.}$, %	$B^{пл.}_{в.кр.}$, %	$B^{пр./ох.}_{в.пл.}$, %
1	2500	10,9	11,3	0,8	1,5	1,1	1,4	3,2
2	1200	11,8	12,0	1,3	2,3	1,5	0,4	2,8
3	800	10,2	11,1	0,5	1,4	0,3	1,3	3,3
4	1600	11,5	11,8	1,7	2,4	1,4	0,5	2,7
5	1000	10,7	11,2	0,9	1,3	0,4	1,2	3,4
6	600	11,4	11,7	1,1	2,5	1,3	0,6	2,6
7	1100	10,0	11,5	0,7	1,1	0,5	1,0	3,6
8	1900	12,0	11,6	1,2	2,0	1,2	0,7	2,9
9	1500	10,3	11,4	1,8	1,7	0,6	0,9	3,7
10	2000	11,6	11,0	0,3	1,9	1,0	1,1	3,0
11	1800	11,3	11,9	0,6	1,6	0,7	1,5	3,8
12	1400	10,4	10,8	1,4	1,8	0,9	0,3	3,1
13	1300	10,8	10,9	1,5	1,2	1,8	0,8	3,9
14	2200	11,0	11,5	1,9	2,7	0,3	1,0	4,0
15	700	11,7	11,3	0,2	2,8	1,9	1,3	2,5

Додаток Р

Таблиця Р.1 – Завдання до практичного заняття № 16

Варіант	Вміст складових, %							
	$a_{см.д.}^{поч.}$	$a_{см.д.}^{кінц.}$	$a_{лушп.}^{поч.}$	$a_{лушп.}^{ядр.}$	$a_{ядр.}^{лушп.}$	$a_{см.д.}^{лушп.}$	$a_{ядр.}^{оч.нас.}$	$a_{лушп.}^{оч.нас.}$
1	1,9	0,1	25,6	6,4	0,20	0,28	74,1	26,1
2	2,3	0,5	25,0	7,5	0,28	0,36	74,9	25,4
3	1,2	0,4	24,8	6,3	0,10	0,25	74,0	25,3
4	2,1	0,2	25,3	7,4	0,15	0,38	74,7	25,8
5	1,6	0,3	24,6	6,5	0,25	0,27	75,0	24,9
6	2,5	0,1	25,2	7,3	0,29	0,37	74,2	25,7
7	1,4	0,5	25,4	6,6	0,22	0,26	74,8	25,9
8	1,8	0,4	24,7	7,1	0,17	0,35	74,3	25,1
9	2,0	0,2	25,1	6,7	0,30	0,29	74,6	25,4
10	2,7	0,3	25,7	7,2	0,12	0,34	74,5	26,1
11	2,2	0,1	24,8	7,0	0,19	0,30	74,4	25,2
12	1,5	0,5	25,6	6,8	0,11	0,32	74,2	26,0
13	1,1	0,4	25,0	6,2	0,13	0,31	74,5	25,3
14	2,9	0,2	24,6	6,9	0,24	0,25	74,1	24,9
15	2,4	0,3	24,7	7,6	0,18	0,33	75,0	25,1

Таблиця Р.2 – Завдання до практичного заняття № 16

Варіант	Вологість складових, %					
	$W_{нас.}$	$W_{ядр.}^{нас}$	$W_{в.лушп.}$	$W_{см.д.}^{відокр.}$	$W_{мак.}$	$W_{шр.}$
1	6,3	4,2	11,0	6,0	6,9	8,1
2	6,7	4,9	12,1	6,8	7,8	9,0
3	6,2	4,1	10,9	6,1	7,0	8,0
4	6,8	4,5	11,8	6,5	7,7	8,9
5	6,4	4,8	11,1	6,7	7,1	8,2
6	6,6	4,3	12,0	6,2	7,6	8,8
7	6,5	4,6	11,7	6,4	7,2	8,3
8	6,7	4,7	11,2	6,6	7,5	8,7
9	6,2	4,4	11,5	6,3	7,3	8,4
10	6,8	4,5	11,3	6,0	6,8	8,6
11	6,4	4,3	11,6	6,2	7,4	7,9
12	6,3	4,8	11,4	6,5	7,9	8,5
13	6,5	4,9	11,5	6,8	7,2	9,1
14	6,6	4,5	11,0	6,4	7,5	8,2
15	6,2	4,2	11,7	6,7	8,0	8,1

Таблиця Р.3 – Завдання до практичного заняття № 16

Варіант	Вміст олії, %				
	$a_{ол.}^{нас.}$	$a_{ол.}^{лушп.}$	$a_{ол.}^{мак.}$	$a_{ол.}^{шр.}$	$a_{факт.ол.}$
1	44,1	2,5	14,6	0,9	43,2
2	44,8	1,3	13,6	1,3	43,4
3	44,2	2,4	14,0	0,8	43,1
4	44,9	1,4	14,5	1,4	43,7
5	44,3	2,3	13,7	0,7	43,5
6	44,7	1,5	14,4	1,2	43,3
7	44,4	2,2	13,8	1,0	43,8
8	44,6	1,6	14,3	1,1	43,6
9	44,0	2,1	13,9	1,4	43,4
10	44,5	1,7	14,2	0,6	43,1
11	44,9	2,0	14,1	0,8	43,7
12	44,1	1,8	14,5	1,4	43,5
13	44,7	2,6	13,8	0,7	43,3
14	44,0	1,9	14,6	0,5	43,8
15	44,2	2,7	13,4	0,9	43,4

Навчально-методичне видання

Технологічні розрахунки [Текст] : методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньої програми «Експертиза харчових продуктів та продовольчої сировини» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. І. М. Дударєв. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 174 с.

Комп’ютерний набір та верстка: І. М. Дударєв.

Кафедра харчових технологій та хімії
Луцький національний технічний університет
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75