

## Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Хімія та технологія харчових добавок»

У підготовці бакалаврів за спеціалізацією «Хімічні технології харчових добавок і косметичних засобів» дисципліна «Хімія та технологія харчових добавок» є однією із базових, мета якої полягає в наданні майбутнім бакалаврам теоретичних і практичних знань з хімічного складу харчових добавок, методів їх синтезу і домінуючих способах промислового одержання, а також про цілі використання їх в харчових технологіях.

Практичні заняття з даної дисципліни – важливий етап підготовки студентів до самостійного рішення інженерних задач. Її виконання дозволить студентам закріпити і поглибити отримані в процесі навчання теоретичні і практичні знання.

Метою практичних занять є поглиблення та закріплення знань про хімічні властивості харчових добавок, формування вмій та навичок приготування розчинів популярних харчових добавок і розрахунку кислотності та лужності харчових систем.

### Практична робота № 1

#### ПРИГОТУВАННЯ РОЗЧИНІВ ПОПУЛЯРНИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК

**Розчинами** називають термодинамічно стійкі рівноважні системи змінного складу з двох або більше компонентів. Той компонент, що кількісно переважає і зберігає свій агрегативний стан під час утворення розчину, прийнято вважати розчинником, інші компоненти – розчиненими речовинами. Кількісний склад розчину визначає концентрація, яка показує кількість одиниць маси розчиненої речовини в одиниці об'єму розчину або в одиниці маси розчинника (розчину).

У залежності від обраної одиниці виміру кількості речовини (абсолютної чи відносної) концентрації поділяють на об'ємні, масові та молярні. Концентрації у відносних одиницях називають частками (об'ємними, масовими, молярними, та ваго-об'ємними<sup>1</sup>).

Також використовують і більш спрощену класифікацію концентрацій, поділяючи їх на об'ємні і масові. **Об'ємні концентрації** – це кількість розчиненої речовини в одиниці об'єму розчину. Ці концентрації дуже зручні при розрахунках, але залежать від температури. Види об'ємних концентрацій: молярна концентрація (або молярність), молярна концентрація еквівалента (або нормальність), титр розчину, складний титр (або титр розчину за речовиною, що визначається), об'ємна частка.

**Масові концентрації** – це кількість розчиненої речовини в одиниці маси розчинника (або розчину). Ці концентрації не залежать від температури, але не дуже зручні у роботі, бо потребують відносно тривалої операції зважування.

---

<sup>1</sup> Ваго-об'ємну частку розраховують діленням маси розчиненої речовини на об'єм розчину.

Види масових концентрацій: моляльна концентрація (або моляльність), масова частка.

В харчових технологіях для кількісної характеристики складу речовини, суміші або розчину використовують, як правило, масові ( $w$ ) частки компонентів. Масова частка розчиненої речовини – це відношення її маси до загальної маси розчину. Наприклад, масову частку розчиненої речовини в бінарному розчині обчислюють за формулою:

$$w(X) = \frac{m(X)}{m(x) + m(S)},$$

де  $w(X)$  – масова частка розчиненої речовини  $X$ ;  $m(X)$  – маса розчиненої речовини  $X$ , г;  $m(S)$  – маса розчинника  $S$ , г;  $m(X) + m(S) = m(\text{розчину})$ , г.

В додатках 1 і 2 наведені практичні рекомендації з приготування розчинів популярних харчових добавок.

### **Завдання для практичної роботи:**

1. Обчисліть масову частку цукрового колеру (E150) в розчині, для виготовлення якого було взято 200 г карамелі і воду об'ємом 300 мл.
2. Обчисліть масу оцтової кислоти в оцтовій есенції масою 250 г з масовою часткою оцтової кислоти 70%.
3. Обчисліть масу розчину столового оцту з масовою часткою оцтової кислоти 9%, якщо маса оцтової кислоти в ній становить 175 г. Обчисліть об'єм води в цій порції оцту.
4. У фізіологічному розчині масова частка натрій хлориду становить 0,9%. Обчисліть масу солі та об'єм води, потрібні для виготовлення фізіологічного розчину об'ємом 1 л та густиною 1 кг/л.
5. Обчисліть масу води в нашатирному спирті об'ємом 40 мл. Нашатирний спирт – це розчин з масовою часткою аміаку 10 % та густиною 1 г/мл.
6. Обчисліть масову частку солей у насичених розчинах калій нітрату при 20 та 70°C.
7. Обчисліть масові частки солей у насичених розчинах калій хлориду при 20 та 90°C.
8. Обчисліть масу харчового барвника хлорофілу (E140) в розчині масою 500 г з масовою часткою барвника 0,1%.
9. Обчисліть масу калію сорбату в розчині масою 250 г з масовою часткою консерванту 25%.
10. Обчисліть масу натрію бензоату в розчині масою 2500 г з масовою часткою консерванту 5%.
11. Обчисліть масу аспартаму в розчині газованого напою масою 500 г з масовою часткою підсоложувача 0,05%.

12. Обчисліть масу калію ацесульфаму в розчині масою 250 г з його масовою часткою 1%.
13. Обчисліть масу сахарину в розчині масою 200 г з масовою часткою підсоложувача 2,5%.
14. 3. Обчисліть масу розчину сорбіту (E420) з масовою часткою 5%, якщо маса сорбіту в ньому становить 150 г. Обчисліть об'єм води в цій порції розчину.
15. Обчисліть масу підсолоджувача цикламової кислоти (E952) в розчині масою 250 г з масовою часткою 10%.
16. Обчисліть масу розчину підсоложувача калію ацесульфаму (E950) з масовою часткою 10%, якщо маса підсоложувача в ньому становить 75 г. Обчисліть об'єм води в цій порції розчину.

## Практична робота № 2

### КИСЛОТНІСТЬ ТА ЛУЖНІСТЬ ХАРЧОВИХ СИСТЕМ

У формуванні харчової системи важливе значення має величина кислотності, з якою пов'язана ефективність дії добавки. Кислотність середовища також відіграє важливу роль у формуванні консистенції харчових систем, впливає на ефективність дії емульгаторів, стабілізаторів, загусників та драглеутворювачів, які вводяться в систему.

Зміна рН середовища досягається введенням підкислюючих або підлужуючих речовин. Для рішення цього технологічного завдання використовують харчові добавки, які являють собою кислоти, їх солі і деякі речовини основного характеру. Якщо кислоти надають кислий смак харчовому продукту, то підлужнюючі речовини знижують кислотність і кислий смак харчового продукту.

Харчові кислоти, солі та основи застосовують не тільки з метою зміни рН харчової системи, але також і для надання певних органолептичних властивостей (смаку, кольору, аромату) харчовим продуктам, підвищення стабільності і збереження якості продуктів, впливу на їх колоїдні властивості, що обумовлює формування певної консистенції тощо.

Кислоти та їх солі дозволяють змінювати буферні властивості продукту, ініціювати кислотний або лужний гідроліз харчової сировини при отриманні конкретного продукту. Підлужнюючі речовини також використовують для розпушення харчових мас та виготовлення сухих шипучих напоїв. У гігієнічному відношенні використання цих добавок не викликає побоювань, оскільки вони відносяться до нешкідливих речовин, дозування яких регламентують у відповідності з технологічними задачами.

Приклади методик з визначення кислотності та лужності ряду харчових продуктів наведено в додатку 3.

#### Завдання для практичної роботи:

1. Розрахуйте рН розчину, отриманого при розведенні 50 мл 40,2%-го розчину етанової кислоти водою до 1000 мл. ( $\rho=1,05$  г/мл,  $K_{д,НА} = 1,74 \cdot 10^{-5}$ ). (Відповідь: 2,6).
2. Розрахуйте рОН розчину, одержаного при розведенні 100 мл 10%-го розчину метанової кислоти водою до 1500 мл.  $K_{д,НСООН}=1,8 \cdot 10^{-4}$ .  $\rho=1,05$  г/мл. (Відповідь: 11,23).
3. Розрахуйте концентрацію іонів гідрогену в розчині, 500 мл якого містить 8,2 г NaAc.  $K_{д,НАс}=1,74 \cdot 10^{-5}$ . (Відповідь:  $5,8 \cdot 10^{-10}$ ).
4. Визначте концентрацію іонів гідроксиду і ступінь гідролізу солі в розчині, 200 мл якого містить 1,06 г  $NaHCO_3$ .  $K_{д,Н_2CO_3} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ .  $K_{д,НСO_3^-} = 4,8 \cdot 10^{-11}$ . (Відповідь:  $1,075 \cdot 10^{-2}$ ;  $5,7 \cdot 10^{-2}$ ).

5. Розрахуйте концентрацію іонів гідроксиду і ступінь гідролізу солі амоній хлориду, отриманого при розчиненні 2,675 г  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в 500 мл води.  $K_{\text{д, NH}_4\text{OH}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ . (Відповідь:  $1,3 \cdot 10^{-9}$  моль/л;  $2,3 \cdot 10^{-5}$ ).
6. Визначте концентрацію іонів гідрогену і гідроксиду в розчині  $\text{NH}_4\text{Ac}$ , отриманого при розчиненні 3,85 г солі в 250 мл води.  $K_{\text{д, HAc}} = 1,74 \cdot 10^{-5}$ .  $K_{\text{д, NH}_4\text{OH}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ . (Відповідь:  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л;  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л).
7. Визначте концентрацію іонів гідрогену і водневий показник розчину, одержаного при розчиненні 6 г  $\text{NaAc}$  і 12 г етанової кислоти в 1 л води.  $K_{\text{д, HAc}} = 1,74 \cdot 10^{-5}$ . (Відповідь:  $4,77 \cdot 10^{-5}$  моль/л; 3,32).
8. В 250 мл води розчинили 50 мл 40%-го розчину амоній гідроксиду густиною 0,88 г/мл і 17,8 г амоній хлориду. Визначте концентрацію іонів гідроксиду і водневий показник одержаного розчину.  $K_{\text{д, NH}_4\text{OH}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ . (Відповідь:  $3,7 \cdot 10^{-10}$  моль/л; 9,43).
9. Розрахуйте, у скільки разів зміниться концентрація іонів гідрогену, якщо в 500 мл 0,1 М розчину метанової кислоти розчинити 13,6 г натрій форміату. (Відповідь: зменшиться у 100 разів.).
10. Скільки грамів натрій ацетату необхідно додати до 400 мл 0,1 М етанової кислоти, щоб зменшити концентрацію іонів гідрогену в розчині в 100 разів?  $K_{\text{д, HAc}} = 1,74 \cdot 10^{-5}$ . (Відповідь: 4,33 г).
11. Скільки мілілітрів 30%-го розчину амоній гідроксиду густиною 0,892 г/мл треба додати до розчину, який вміщує 10,7 г амоній хлориду в 500 мл розчину, щоб  $\text{pH} = 9,5$ ?  $K_{\text{д, NH}_4\text{OH}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ . (Відповідь: 96 мл).
12. Скільки грамів етандіової (щавелевої) кислоти  $\text{HOOC-COOH}$  треба розчинити в 100 мл розчину, щоб  $\text{pH}$  розчину дорівнював 8,5?  $K_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4,1} = 5,6 \cdot 10^{-2}$ ;  $K_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4,2} = 5,4 \cdot 10^{-5}$ . (Відповідь:  $1,65 \cdot 10^{-2}$  г).
13. Визначте  $\text{pH}$  розчину, одержаного при розчиненні 50 мл 30%-го розчину амоній гідроксиду густиною 0,892 г/мл в 200 мл води.  $K_{\text{д, NH}_4\text{OH}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ . (Відповідь: 11,72).
14. Скільки грамів амоній хлориду необхідно додати до 200 мл 0,1 М розчину амоній гідроксиду, щоб зменшити концентрацію іонів гідроксиду в 100 разі?  $K_{\text{д, NH}_4\text{OH}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ . (Відповідь: 1,44 г).
15. 500 мл розчину вміщує 6,2 г ортоборатної кислоти. Як буде значення  $\text{pH}$  розчину, якщо додати 20,2 г натрій тетраборату?  $K_{\text{д, H}_3\text{BO}_3} = 5,8 \cdot 10^{-10}$ . (Відповідь: 9,24).
16. До 30 мл води додали 5 мл 3 М розчину  $\text{KNO}_2$ . Розрахуйте концентрацію іонів гідроксиду і  $\text{pH}$  отриманого розчину.  $K_{\text{д, HNO}_2} = 5,1 \cdot 10^{-4}$ . (Відповідь:  $10^{-5}$ ; 9).

## Список літератури

1. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навч. посібник / Ю. О. Ластухін – Львів, Центр Європи, 2009. – 836 с.
2. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия. – СПб.:ГИОРД, 2004. – 808 с.
3. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок. – СПб.: ГИОРД, 1999.– 80 с.
4. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.
5. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в индустрии напитков. – СПб.: Профессия, 2007. – 240 с.
6. Величко В.В., Великонська Н.М., Перескока В.В. Аналітична хімія: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2012. – 122 с.
7. Пищевые и биологически активные добавки: Учеб. для студ. высш. учеб. завед. / В.Н.Голубев, Л.В.Чичева-Филатова, Т.В.Шленская. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 208 с.
8. Матвеева И.В., Белявская И.Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий. – М.: МТИПП, 1998. –104 с.
9. Нечаев А.П., Кочеткова Л.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. – М.: Колос, 2001. – 256 с.
10. Пересічний М.І., Кравченко М.Ф., Карпенко П.О. Підсолонкуючі речовини у харчуванні людини. – К.: КНТЕІ, 2004. – 446 с.
11. Плахотін В.Я., Тюрінова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв. – К.: Центр навч. літ-ри, 2005. – 640 с.