

Котляр Т. В.
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ВЗАЄМОДІЇ ЛІНОЛЕВОЇ
КИСЛОТИ ТА 1-ЛІНОЛЕЇЛ-2-ОЛЕОЇЛ-3-ЛІНОЛЕНОЇЛГЛІЦЕРИНУ
З НАНОЧАСТИНКАМИ Fe_3O_4

Однією з важливих функціонально-технологічних властивостей харчової сировини і харчових інгредієнтів, що визначає хід технологічних процесів і якість готової продукції, є жирутримуюча здатність (ЖУЗ). ЖУЗ – здатність зв'язувати і утримувати жир. Жири – це тригліцериди. У складі харчових жирів, крім тригліцеридів, містяться також вищі жирні кислоти (олеїнова, лінолева, ліноленова – в оліях; пальмітинова, стеаринова – в тваринних жирах). Тому при вивченні механізму ЖУЗ необхідно розглянути фізико-хімічні взаємодії інгредієнтів харчових систем з основними складовими жирів та олій – тригліцеридами і вищими жирними кислотами. Знання механізмів зв'язування і утримання жиру сировинними компонентами дозволить раціонально використовувати нові види харчової сировини і харчових добавок і прогнозувати поведінку сировинних інгредієнтів в харчових системах (тістових та кондитерських масах, м'ясних фаршах тощо) в процесі технологічної обробки і зберігання готових виробів.

Обґрунтовано механізм взаємодії наночастинок Fe_3O_4 з лінолевою кислотою та з 1-лінолеїл-2-олеоїл-3-ліноленоїлгліцерином:

- відзначено здатність наночастинок Fe_3O_4 перебувати в іонізованому стані у вигляді поляризованих і протонованих частинок;

- показано здатність іонізованих НЧ Fe_3O_4 до хімічних і електростатичних взаємодій (іонних, іонно-дипольних та диполь-дипольних) з зарядженими групами: карбоксильної групою лінолевої кислоти та естерної групою тригліцерида соняшникової олії – 1-лінолеїл-2-олеоїл-3-ліноленоїлгліцерином;

- відзначено здатність наночастинок Fe_3O_4 утворювати електростатичні комплекси з лінолевою кислотою та 1-лінолеїл-2-олеоїл-3-ліноленоїлгліцерином, які стабілізовані координаційними (донорно-акцепторними) зв'язками атомів Fe НЧ Fe_3O_4 та Оксигену карбоксильної групи лінолевої кислоти і естерної групи 1-лінолеїл-2-олеоїл-3-ліноленоїлгліцерина;

- представлені механізми чотирьох типів взаємодії між гідрофільними центрами 1-лінолеїл-2-олеоїл-3-ліноленоїлгліцерина і лінолевої кислоти з НЧ Fe_3O_4 : монодентатна, мостикова (бідентатна), хелатуюча (бідентатна) і іонна взаємодія;

– наведено механізм формування *другого адсорбційного шару* за рахунок електростатичної взаємодії гідрофобної матриці *першого адсорбційного шару* з гідрофобними аліфатичними “хвостами” лінолевої кислоти та 1-лінолеїл-2-олеоїл-3-ліноленоїлгліцерина;

– запропонована модель «Двошарової координації» лінолевої кислоти та 1-лінолеїл-2-олеоїл-3-ліноленоїлгліцерина на поверхні НЧ Fe_3O_4 : *перший адсорбційний шар* утворюється за рахунок електростатичних взаємодій поляризованих груп ліпідів та іонізованих наночастинок Fe_3O_4 і координаційних зв'язків атомів Fe наночастинок Fe_3O_4 з Оксигенами COO^- – групи “гідрофільної головки” ліпіда; *другий адсорбційний шар* – за рахунок електростатичних взаємодій гідрофобних центрів першого адсорбційного шару і вуглеводневих “хвостів” ліпиду.

Експериментально підтверджено механізм взаємодії наночастинок Fe_3O_4 з лінолевою кислотою та з 1-лінолеїл-2-олеоїл-3-ліноленоїлгліцином, який представлений моделлю «Двошарової координації»:

– методом ІЧ-Фур'є спектроскопії доведено хемосорбція лінолевої кислоти та 1-лінолеїл-2-олеоїл-3-ліноленоїлгліцерина на поверхні НЧ Fe_3O_4 з'являються нові смуги поглинання, а деякі характеристичні смуги поглинання зрушуються в область більш низьких частот. Наприклад, у ІЧ-спектрі дослідних зразків НЧ Fe_3O_4 , покритих лінолевою кислотою (зразок 4) та соняшникової олією (зразок 5) з'являються дві нові смуги при 1543 см^{-1} (зразок 4) та 1540 см^{-1} (зразок 5) і 1638 см^{-1} (зразок 4) та 1636 см^{-1} (зразок 5), що характерні для валентних асиметричних (ν_{as}) і валентних симетричних (ν_{s}) коливань карбоксилатної групи (COO^-). А смуга поглинання при 1710 см^{-1} (у зразку 2 – ліолева кислота) та при 1744 см^{-1} (у зразку 3 – соняшникова олія), характерна для валентних коливань $\text{C}=\text{O}$ -зв'язку, зникає. Тобто, експериментальні дані ІЧ-Фур'є спектроскопії вказують на те, що ліпід (ліолева кислота або тригліцерида соняшникової олії) хемосорбовані на поверхні наночастинок Fe_3O_4 в карбоксилатної формі – за допомогою двох атомів Оксигену. Результатом є утворення на поверхні наночастинок мономолекулярного шару хімічно адсорбованого ліпиду. В спектрах лінолевої кислоти (зразок 2) і соняшникової олії (зразок 3) спостерігаються інтенсивні смуги з максимумами при 2926 см^{-1} , 2856 см^{-1} і 2924 см^{-1} , 2854 см^{-1} відповідно та близько 1360 см^{-1} . На кривих дослідних зразків 4 і 5 спостерігається зміщення цих смуг поглинання на нижчу частоту – в область: $\nu_{\text{as}} = 2904\text{ см}^{-1}$; $\nu_{\text{s}} = 2831\text{ см}^{-1}$ та $\delta = 1350\text{ см}^{-1}$ відповідно. Це обумовлено, формуванням не тільки *першого адсорбційного шару*, а й формуванню *другого адсорбційного шару* на поверхні наночастинок Fe_3O_4

Робота виконана під керівництвом доц., к. хім. н. Цихановської І. В.