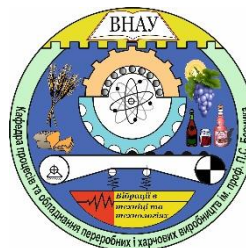


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний  
факультет



Кафедра технологічних процесів та  
обладнання переробних і харчових  
виробництв



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ**  
**САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**  
з навчальної дисципліни

**РЕОЛОГІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАС В ПРОЦЕСАХ ХАРЧОВИХ,  
ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ**

для здобувачів освітнього ступеня: «Доктора філософії»  
спеціальності 181 «Харчові технології»  
денної форми навчання

Вінниця 2020

УДК 665.7.035.6:641

**Полевода Ю.А.** Методичні вказівки для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Реологія технологічних мас в процесах харчових, фармацевтичних та мікробіологічних виробництв» для здобувачів освітнього ступеня: «Доктора філософії» спеціальності 181 «Харчові технології». – Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2020. – 19 с.

Рецензенти:

**Шаргородський С. А.** кандидат технічних наук, доцент Вінницького національного аграрного університету.

**Поліщук Л. К.** доктор технічних наук, професор Вінницького національного технічного університету.

Методичні вказівки до самостійного опрацювання дисципліни мають за мету закріплення теоретичних знань та практичних навичок при вивченні курсу «Реологія технологічних мас в процесах харчових, фармацевтичних та мікробіологічних виробництв».

Представлені теми для самостійної роботи аспірантів, питання для самоперевірки та список рекомендованої літератури.

Рекомендовано навчально-методичною комісією  
Вінницького національного аграрного університету  
(протокол № 4 від 15.10.2020 р.)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. РОЛЬ РЕОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ КОНТРОЛЮ, РЕГУЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ СИРОВИНИ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІ.....	5
2. ПРЕДМЕТ ВИЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ЗВ'ЯЗКИ.....	
3. ТЕМИ ТА ПОГОДИННИЙ РОЗКЛАД ЛЕКЦІЙ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	10
4. ПЕРЕЛІК ТЕМ І ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ.....	11
5. ПИТАННЯ КОНТРОЛЮ .....	16
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	17

## ВСТУП

Реологічні показники, які відображають властивості продуктів харчування, використовуються: на етапі переробки продуктів харчування; при розрахунках відповідного технологічного обладнання; при оцінці і контролі якості готових продуктів харчування, як безпосередньо після їх виробництва, так і в процесі нормативних термінів зберігання; при розробці нормативно – технологічних документів, як на процес виробництва продуктів, так і на умови їх зберігання. Питаннями реології харчових продуктів людство займалося більше сотні років, але вимоги людства до якості продуктів харчування висувають необхідність удосконалення та створення прогресивних технологічних процесів з застосуванням фізичних методів обробки; створення нового обладнання, яке забезпечує підвищення ефективності виробництва; розробки об'єктивних методів оцінки якості сировини та готових продуктів. При вирішенні цих питань суттєве значення мають реологічні методи як науковий фундамент для практичних та теоретичних розробок.

Питаннями реології харчових продуктів людство займалося більше сотні років, але вимоги людства до якості продуктів харчування, які зростають, висувають необхідність удосконалення існуючого та створення прогресивних технологічних процесів з застосуванням фізичних методів обробки; створення нових видів обладнання, яке забезпечує підвищення ефективності виробництва; розробки об'єктивних методів оцінки якості сировини та готових продуктів. При вирішенні цих питань суттєве значення мають реологічні методи як фундамент для практичних і теоретичних розробок. Успіхи реології харчових продуктів, які досягнуті дослідниками нашої країни та за її межами, обумовлюють широке застосування реологічних методів в промисловості. Головною задачею є визначення значень структурно-механічних характеристик в широкому діапазоні змінення технологічних, механічних та інших параметрів. Класична реологія ставить своєю задачею вивчення властивостей існуючих продуктів та розробку методів розрахунку процесів течії їх в робочих органах машин. Фізико-хімічна

механіка, як наука про способи та закономірності формування структур дисперсних систем, маючих задані властивості, має задачі:

- встановлення закономірностей створення та руйнування структур в дисперсних системах у залежності від сукупності фізико-хімічних, біохімічних, механічних та інших факторів;

- дослідження, обґрунтування та оптимізацію шляхів отримання структур заздалегідь заданими технологічними властивостями.

## 1. РОЛЬ РЕОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ КОНТРОЛЮ, РЕГУЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ СИРОВИНИ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Виробництво продуктів харчування на сучасному рівні, що включають в себе проведення великої кількості різних технологічних процесів, неможливо без застосування інструментальних (об'єктивних) методів вимірювання і приладової техніки для проведення контролю, регулювання та управління якістю сировини і готової продукції. У цьому важлива і відповідальна роль відводиться реології, як науці, що займається питаннями структуроутворення харчових матеріалів, вивченням структурно-механічних властивостей, розробкою методів і приладів для їх визначення.

Переробка різних харчових матеріалів супроводжується складними фізико-хімічними, біологічними та механічними процесами, вивчення яких дозволяє організувати ефективний і об'єктивний реологічний контроль і управління технологічними циклами виробництва. Більшість процесів в харчовій промисловості пов'язане з переробкою дисперсних систем, суспензій, колоїдних розчинів, різних пружно-пластично-в'язких матеріалів. Реологічні дослідження дозволяють глибше пізнати фізику явища, що відбувається при обробці харчових матеріалів.

Реологічні властивості можуть бути використані в розрахунках процесів, які необхідно проводити при створенні нових конструкцій машин і

реконструкції існуючих, а також для вибору найбільш раціональних режимів роботи обладнання і оптимальних технологічних схем виробництва, використовувати в якості контрольованих параметрів при створенні автоматизованих систем управління машинами, агрегатами, виробничими ділянками, при автоматизованому контролі якості продукції. Реологія дозволяє управляти структурою і якістю продуктів шляхом внесення добавок, зміни режимів і способів механічної та технологічної обробки.

Питаннями структуроутворення харчових матеріалів, вивченням структурно-механічних (реологічних) властивостей, розробкою методів і приладів їх визначення займається реологія. Розроблені і запропоновані до впровадження в промисловість прилади дозволяють їх встановлювати на місцях або безпосередньо в технологічне обладнання, включаючи їх в технологічний процес обробки сировини. Оперативний збір інформації про якість сировини на стадіях його надходження, технологічної обробки і випуску готової продукції на основі реологічних характеристик із застосуванням приладів – все це забезпечує можливість проведення контролю, регулювання та управління якістю сировини і готової продукції.

Найбільш повне уявлення про якість продукту дають властивості, що визначаються його структурою. При цьому важливо, щоб невеликі зміни структури продукту викликали суттєве коливання тих характеристик, які визначаються за допомогою приладів. Цим вимогам найбільшою мірою задовольняють структурно-механічні (реологічні) властивості продукту.

Як контролюючі параметри можуть виступати структурно-механічні (реологічні) властивості сировини – рухомі (напруга зсуву, в'язкість та ін.), компресійні (адгезія, липкість, пластичність та ін.) і поверхневі (сила тертя, коефіцієнт зовнішнього тертя та ін.).

Застосовуючи прилади, можна вимірювати окремі показники (характеристики) структурно-механічних (реологічних) властивостей сировини перед проведенням, під час проведення і після проведення технологічної операції або технологічного процесу. У випадках значного

відхилення показників від заданих здійснювати оперативне втручання в зміна технологічних параметрів відпрацювання.

При застосуванні приладів, що дозволяють проводити вимірювання контрольованих показників безпосередньо в технологічному процесі, можна контролювати зміна цих показників, і зміни їх досягати необхідних значень. Регулювати їх безпосередньо під час виконання технологічного процесу.

Якість готової продукції залежить не тільки від якості застосовуваного сировини, але також і від якості виконання всіх технологічних процесів на стадіях її виробництва. Це можливо при установці приладів, здатних контролювати зміни показників сировини в потоці, безпосередньо на всіх технологічних операціях виробництва продукту.

Збір інформації про показники сировини з усіх операцій технологічного процесу виробництва і подальше їх порівняння з заданими (еталонними) показниками готової продукції дозволяють в цілому контролювати, регулювати і керувати цими показниками. В результаті всіх проведених заходів стає можливим отримувати продукцію, що відповідає всім показникам стандарту.

В даний час на підставі результатів, досягнутих в науці, техніці та інженерної реології, стає можливим створення автоматизованих комплексів, систем з виробництва харчових продуктів зі стандартними показниками якості.

Роль реології продовольчих продуктів полягає в тому, що, застосовуючи в якості контролюючих показників структурно-механічні властивості продуктів, і інструментальні (об'єктивні) методи і прилади оперативного контролю, стає можливим забезпечити контроль, регулювання і управління якістю сировини і готової продукції.

## 2. ПРЕДМЕТ ВИЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ЗВ'ЯЗКИ

Предметом вивчення дисципліни є харчові матеріали тваринного і рослинного походження (м'ясо, риба, молоко, зерно, овочі, фрукти та ін.), а також харчові композиції, що складаються з двох і більше компонентів з додаванням різних добавок або без них (м'ясні та ліверні фарші, паштети, напівфабрикати, тісто, кондитерські маси і ін.).

*Мета дисципліни:* формування у аспірантів розуміння про основні реологічні властивості харчової сировини та продуктів, основні поняття реології, прикладні аспекти вимірювання реологічних параметрів в система фізико-хімічного контролю технологічних процесів виробництва продуктів харчування.

*Завдання дисципліни:* є вивчення теоретичних основ реології.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- основні закономірності реологічної класифікації харчової сировини та продуктів;
  - методи визначення реологічних параметрів продуктів харчової промисловості;
  - значення структурно-механічних характеристик харчових продуктів;
  - теоретичні передумови практичного використання принципів фізико-хімічної механіки для управління якістю харчових продуктів.
- вміти:
- пояснювати явища, закономірності і процеси в реології;
  - вміти вибрати оптимальні реологічні показники харчових продуктів з точки зору їх практичного використання для контролю якості сировини та готової продукції харчового виробництва;
  - використовувати методи реометрії для управління якістю при виробництві харчових продуктів;
  - застосовувати знання і навички, одержані при вивченні курсу, для вирішення практичних задач техно-хімічного контролю процесів виробництва



продуктів харчової промисловості.

Відповідно до вимог освітньо-професійної програми аспіранти мають досягти таких компетентностей:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1);
- здатність переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику і розв’язувати значущі технологічні, виробничі та конструктивні проблеми (ЗК 3);
- здатність використовувати у професійній діяльності базові знання з фундаментальних та прикладних наук (ЗК 6);
- здатність знаходити, обробляти й аналізувати необхідну інформацію для розв’язання задач і прийняття рішень (ЗК 7);
- здатність до фундаментальних принципів фізичного, математичного, фізико-хімічного та імітаційного моделювання (ЗК 14);
- розвиток теоретичних засад створення нових технологічних процесів харчових виробництв заданого функціонального призначення (ЗК 15);
- засвоєння методології проведення наукових досліджень з метою створення нових технологічних процесів заданого функціонального призначення (ЗК 16);
- володіння іноземної мови на рівні, необхідному для усного та письмового представлення результатів наукових досліджень, ведення фахового наукового діалогу, повного розуміння іншомовних наукових текстів (ЗК 17);
- розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв’язувати значущі наукові та технологічні проблеми у харчових технологіях з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів (УМ 1);
- проводити оптимізацію параметрів технологічних процесів відповідно до реалізації принципів ресурсозбереження та екологічної безпеки (УМ 8);
- вирішувати комплексні завдання щодо ефективного зберігання і

перероблення продовольчої сировини у харчові продукти з метою забезпечення їх якості та безпечності, відповідно до чинного законодавства (УМ 16);

– здатність самостійно проводити наукові дослідження та приймати рішення АіВ 1;

– здатність формулювати власні авторські висновки, пропозиції та рекомендації АіВ 2;

– здатність усвідомлювати та нести особисту відповідальність за одержані результати дослідження АіВ 3.

### 3. ТЕМИ ТА ПОГОДИННИЙ РОЗКЛАД ЛЕКЦІЙ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Змістовий блок 1. Предмет, задачі реології. Фізико-механічні властивості харчових матеріалів</b>						
Тема 1. Вступ у реологію	17	2	2			13
Тема 2. Дисперсні системи в реології	17	2	2			13
Тема 3. Моделі, що відображають елементарні реологічні властивості	19	2	2			15
Тема 4. Реологічні рівняння плинності	21	2	4			15
Тема 5. Механічні моделі в реології	21	2	4			15
Разом	95	10	14			71

<b>Змістовий блок 2. Методи визначення фізико-хімічних та фізико-механічних характеристик</b>						
Тема 6. Визначення фізико-механічних характеристик харчових матеріалів на плинність	21	2	2			17
Тема 7. Фізико-хімічні методи вимірювання реологічних параметрів харчових продуктів	17	2				15
Тема 8. Прилади для реометрії харчових продуктів та сировини	17	2				15
Разом	55	6	2			47
Всього годин	<b>150</b>	<b>16</b>	<b>16</b>			<b>118</b>

#### 4. ПЕРЕЛІК ТЕМ І ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

##### Тема 1. Вступ у реологію

Основні поняття і визначення реології: реологія, макрореологія, деформація, мікрореологія, біореологія, предмет реології, оборотна деформація, необоротна деформація, зсув, простий зсув, напруга, гідростатичний зсув, напруга зсуву, пружність, пластичність, в'язкість, міцність, твердість, м'якість, крихкість, когезія, адгезія, зовнішнє тертя, коагуляційні структури, конденсаційно-кристалізаційні структури, криві течії або деформування (реограми), дисперсійне середовище, дисперсійна фаза, фаза, золі, гелі, тиксотропія, адсорбційна волога, осмотична волога, вільна волога, зв'язана волога. Фізико-механічні властивості матеріалів. Класифікація складних дисперсних систем. Класифікація структур дисперсних систем. Види та форми зв'язку вологи з матеріалом. реологія, теоретична реологія, експериментальна.

##### Питання для самоперевірки

1. Основні поняття і визначення реології.
2. У чому полягає відмінність дисперсного від дисперсійного середовища?
3. Як класифікують дисперсні системи?

4. Види та форми зв'язків вологи з матеріалом.

Література: [1-6, 15].

## **Тема 2. Дисперсні системи в реології**

Липкість. Компресійна характеристика. Пружність. Густина. Релаксаційні характеристики. Здвигові характеристики. Пластично-в'язкі системи. Поверхневий натяг. Мікротвердість. Тиксотропні характеристики. Волога зв'язана: адсорбційна, хімічна, осмотична, механічна.

### **Питання для самоперевірки**

1. Які властивості дисперсної системи називаються реологічними?
2. Чим відрізняються реологічні властивості вільно- і зв'язно-дисперсних систем?
3. Який фізичний зміст в'язкості?
4. Яку течію називають ламінарною, а яку - турбулентною?
5. Що таке напруга зсуву?
6. Яку рідину називають ньютонівською?

Література: [1, 2, 5, 8, 11, 13, 14, 15].

## **Тема 3. Моделі, що відображають елементарні реологічні властивості**

Особливості течії реальних харчових мас: напруга зсуву, швидкість зсуву, кінематична в'язкість, ефективні в'язкість, закон зміни ефективної в'язкості Оствальда. Моделі пружного твердого тіла, моделі в'язкої рідини, моделі ідеально-пластичного тіла, модель твердого тіла: тіло Гука, тіло Ньютона, тіло Сен-Венана, тіло Ренкіна, тіло Пелега. Зміна реологічних моделей, що дозволяє описувати поведінку реальних матеріалів: тіло Шведова Бінгама, модель пружно-пластичного тіла. Механічна модель тіла Кельвіна, Максвела, Бінгама, Максвела-Томсона, Бюргерса.

## Питання для самоперевірки

1. Кінематична в'язкість і ефективна.
2. Що собою представляє механічна модель Кельвіна?
3. Що собою представляє механічна модель Максвелла?
4. Що собою представляє механічна модель Бінгама?
5. Що собою представляє механічна модель Максвелла-Томсона?
6. Що собою представляє механічна модель Бюргерса?

Література: [1, 2, 3, 5, 7, 9, 11-15].

## Тема 4. Реологічні рівняння плинності

Системи реальних рідин з нелінійною кривою та течії. Течія матеріалу та рівняння, що її описують. Опис кривих псевдо-пластичних матеріалів. Рівняння для опису течії пластичних матеріалів. Ідеально і неідеально пластична течія. Тиксотропія, антитиксотропія, крива гістерезису. Реопексія.

## Питання для самоперевірки

1. В чому полягають явища тиксотропії, синерезису та реопексії?
2. Що таке періодичні колоїдні структури?
3. Для чого застосовують реологічні криві?
4. Чому в'язкість псевдо-пластичної системи зменшується із підвищенням напруги зсуву?
5. Що називають граничною напругою зсуву? Що вона характеризує? Як її визначити?
6. Як визначити пластичну в'язкість?

Література: [1, 2, 6, 8, 9, 12, 13].

## Тема 5. Механічні моделі в реології

Деформація при всесторонньому стисненні: відносна деформація. Деформаційні процеси при об'ємному стисненні. Чотирьох вимірний модель:

пружне стиснення. Визначення фізико-механічного потенціалу.

### **Питання для самоперевірки**

1. Закон Гука. Модель ідеально-пружного тіла.
2. Закон Ньютона, модель ідеального пластинчатого тіла.
3. Закон Сен-Венана-Кулона. Модель ідеального пластинчатого тіла.
4. Складні реологічні моделі колоїдних систем. Модель Максвела.
5. Складні реологічні моделі колоїдних систем. Модель Кельвіна - Фойгта.

Література: [1-6, 8, 10, 13, 15].

### **Тема 6. Визначення фізико-механічних характеристик харчових матеріалів на плинність**

Механічна модель Максвела-Бінгама і крива плинності харчового матеріалу: плинність, криві плинності, миттєва пружна деформація, пружна деформація, що запізніла, деформація в'язкої течії. Криві плинності при різних напругах.

### **Питання для самоперевірки**

1. Крива плинності харчового матеріалу.
2. За якими ознаками класифікують методи вимірювання реологічних характеристик?
3. Поняття миттєва пружна деформація.
4. Прилади для вимірювання зсувних характеристик.

Література: [1, 2, 3, 6, 8, 9, 12].

### **Тема 7. Фізико-хімічні методи вимірювання реологічних параметрів харчових продуктів**

Поверхневі характеристики. Компресійні параметри та характеристики міцності. В'язкість. Взаємозв'язок параметрів реометрії з біохімічними показниками молока та молочних продуктів. Властивості рідин. Властивості

твердих тіл. Консистенція та текстура харчових продуктів. Харчові продукти та сировина як реологічні тіла. Принципи вимірювання для визначення характеристик консистенції або текстури сировини та харчових продуктів. Основні поняття використання фізико-хімічних властивостей харчових продуктів в реометрії технологічних процесів їх виробництва. Методи випробування порошків на міцність. Природа аутогезії. Класифікація фізико-хімічних методів визначення властивостей.

### **Питання для самоперевірки**

1. Що таке аутогезія?
2. Прилади для вимірювання компресійних характеристик.
3. Реометрія технологічних процесів.
4. Класифікація фізико-хімічних методів визначення властивостей.

Література: [1-5, 9, 14].

### **Тема 8. Прилади для реометрії харчових продуктів та сировини**

Класифікація методів. Практичні аспекти використання. Структурно-механічні характеристики цукропродуктів, кондитерських та молочних виробів. Специфіка реометрії для різних технологічних процесів виробництва харчових продуктів. Реометрія в сфері контролю за якістю зберігання сировини та харчових продуктів. Фізико-хімічні передумови створення інструментальних засобів лабораторної реометрії.

Капілярні віскозиметри. Ротаційні віскозиметри. Адгезиметри та трибомери. Віброреометри. Лабораторні засоби геометричних систем. Консистометри та пластомери. Прилади зрізу. Пенетрометри.

### **Питання для самоперевірки**

1. Класифікація методів дослідження харчової сировини.
2. Капілярні віскозиметри.
2. Ротаційні віскозиметри.

3. У чому полягає різниця між об'єктами авторського права і суміжних прав?

4. Обладнання і методи контролю за якістю зберігання сировини та харчових продуктів.

Література: [1-9; 10–12; 15].

## 5. ПИТАННЯ КОНТРОЛЮ

1. У якому нормативному документі надане визначення права інтелектуальної власності?

2. 1. Що вивчає реологія?

2. Де використовуються реологічні дослідження?

3. Які відомі види структурно-механічних властивостей?

4. Які відомі види класифікації неньютонівських матеріалів?

5. Які особливості ньютонівських і неньютонівських рідин?

6. Яким є вплив розміру часток дисперсної фази на структурно-механічні властивості харчових продуктів?

7. Який вплив чинить вологовміст на структурно-механічні властивості харчових продуктів?

8. Як проявляються динамічні властивості харчових продуктів?

9. Який вплив чинить температура на реологічні властивості харчових продуктів?

10. Як впливає тиск на густину високов'язких продуктів? Назвіть особливості деформацій зсуву, стиску, розтягання.

11. Яке фізичне значення структурної в'язкості просторових структур?

12. Що таке явище релаксації в умовах деформації?

13. За яких умов проявляються компресійні властивості високов'язких продуктів при одноосьовому стиску?

14. Які найважливіші зсувні характеристики структурованих систем?

15. Як впливає вологовміст продукту на його структурно-механічні властивості?



16. Як впливає температура і тиск на реологічні властивості харчових продуктів?
17. Які властивості харчових продуктів належать до компресійних?
18. Які особливості деформацій зсуву, стиску, розтягання?
19. Яке значення мають структурна в'язкість просторових структур і явище релаксації в умовах деформації?
20. У чому полягає важливість методу одноосьового стиску для досліджень деформаційних властивостей високов'язких структур?

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Реологія в процесах виробництва харчових продуктів: навч. посібник: у 2 ч. Ч. 1 Класифікація та характеристика не ньютонівських рідин / [О. І. Черевко, В. М. Михайлов, В. І. Маяк, О. А. Маяк]: Харк. Держ. Ун-т харчування та торгівлі. Х.: ХДУХТ, 2014. 244 с.
2. Левіт І. Б., Сукманов В. О., Афенченко Д. С. Реологія харчових продуктів: підручник. Донецьк: ДонНУЕТ, 2014. 559 с.
3. Генчева В. І., Лашко Н. П., Бражко О. А. Реологія харчової сировини та продуктів : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Хімія» освітньо-професійної програми «Хімія». Запоріжжя: Запорізький національний університет. 2019. 74 с.
4. Мачихин Ю. А., Мачихин С. А. Инженерная реология пищевых материалов. М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. 216 с.
5. Авроров В. А., Тутов Н. Д. Основы реологии пищевых продуктов. Москва, 2016. 267 с.
6. Арет В. А., Руднев С. Д. Реология и физико-механические свойства пищевых продуктов. СПб: ИЦ ИнтерМедия, 2014. 246 с.
7. Еркебаев М. Ж., Кулажанов Т. К., Медведков Е. Б. Основы реологии пищевых продуктов: учеб. пособие. Алматы. 2006. 298 с.
8. Малкин А. Я., Исаев А. И. Реология: концепции, методы, приложения. Санкт-Петербург : Профессия, 2007. 560 с.
9. Кузнецов О. А., Волошин Е. В., Сагитов Р. Ф. Реология пищевых

масс: Учебное пособие. Оренбург: ГОУ ОГУ. 2005. 106 с.

10. Косой В. Д., Малышев А. Д., Юдина С. Б. Инженерная реология в производстве колбас. Москва : Колос, 2005. 240 с.

11. Гуць В. С., Полевода Ю. А., Коваль О. А. Визначення структурно-механічних характеристик в'язко-пружних дисперсних систем. Упаковка. 2011. № 1. С. 46–47.

12. Гуць В. С., Гавва О.М. Прикладна реологія в пакувальних процесах. Упаковка. 2002. № 2. С. 22–25.

13. Арет В. А., Забровский Г. П., Николаев Б. Л., Николаев Л. К. Инженерная реология жиросодержащих продуктов. Санкт-Петербург. 2002. 294 с.

14. Горбатов А. В. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. Москва : Легкая промышленность. 1982. 296 с.

15. Паламарчук І. П., Полевода Ю. А., Янович В. П. Обґрунтування в'язкісної характеристики рідкого дисперсійного середовища в умовах вібромеханічної дії. Вібрації в техніці та технологіях. 2011. № 2 (62). С. 139–143.

Навчальне видання

Полевада Юрій Алікович

РЕОЛОГІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАС В ПРОЦЕСАХ ХАРЧОВИХ,  
ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

Методичні вказівки для виконання практичних робіт

Оригінал-макет підготовлено автором.

Підписано до друку 2020 р.

Формат 29,7×421/4 Папір офсетний

Гарнітура Times New Roman

Друк різнографний Ум. Друк. Арк. 0,8

Наклад 50 прим. Зам. № 2020 -

Видавничий центр

Вінницького національного аграрного університету

21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3