



ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра машиновикористання в АПК

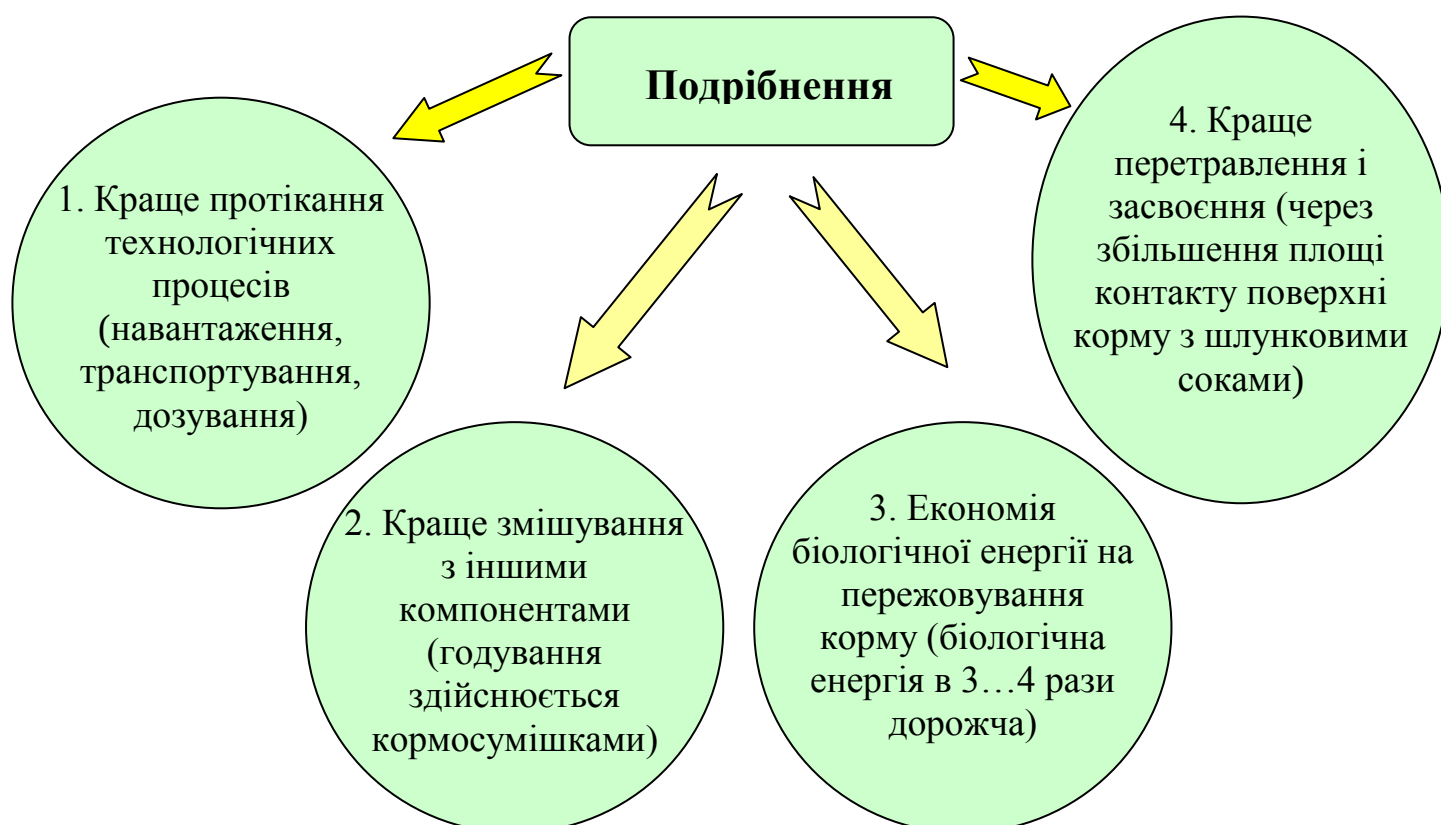


С.М. ГРУШЕЦЬКИЙ

МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ТВАРИННИЦТВІ

Методичні рекомендації до лабораторних занять

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
спеціальності 208 «Агроінженерія»



Кам'янець-Подільський
ПДАТУ
2018

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Подільського державного аграрно-технічного університету
(протокол № 2 від 28.03.18)*

Рецензенти:

С.П. Комарніцький – к-т техн. наук, доцент, завідувач кафедри транспортних технологій та засобів агропромислового комплексу інженерно-технічного факультету Подільського державного аграрно-технічного університету;

Д.Г. Кондратюк – к-т техн. наук, доцент кафедри експлуатації машинно-тракторного парку та технічного сервісу факультету механізації сільського господарства Вінницького національного аграрного університету.

Грушецький С.М. **Г 91** Машини і обладнання та їх використання у тваринництві: методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 208 «Агроінженерія» / **С.М. Грушецький** – Кам'янець-Подільський : ПДАТУ, 2018. – 16 с.

Методичні матеріали призначено для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 208 «Агроінженерія» під час підготовки до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Машини і обладнання та їх використання у тваринництві».

Розглянуто відомості про гранулометричний аналіз кормів. Подано рекомендації з визначенням гранулометричного складу кормів; розрахувати масову питому площу зернового корму до і після подрібнення; визначити розрахункову питому енергоємність подрібнення; порівняти її з енергоємністю із технічної характеристики дробарок кормів. Наведено критерії оцінювання конструктивних особливостей виконання гранулометричного складу кормів. Рекомендації орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

УДК 631.3:636.002.5(075.8)

ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ КОРМІВ

Методичні вказівки до лабораторної роботи №2

МЕТА РОБОТИ: Вивчити методи і прийоми визначення гранулометричного складу корму; розрахувати масову питому площу зернового корму до і після подрібнення; визначити розрахункову питому енергоємність подрібнення; порівняти її з енергоємністю із технічної характеристики дробарок кормів.

МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ: ситовий класифікатор, технічна вага з рівновагами, подрібнений і неподрібнений корм, калькулятор.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ: Зерновий корм масою 100г протягом 8 хв обробляється на ситовому класифікаторі залишки із кожного сита зважуються із точністю 50мг. Середній розмір часток на ситі приймається як середньоарифметичний діаметр отворів двох поряд розташованих сит, маса часток із кожного сита і піддона заносяться в таблицю 1.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

В технології переробки зерна на корм найбільш розповсюдженим і важливим процесом є його подрібнення, яке вимагає великих витрат енергії.

Солома, коренебульбоплоди для ВРХ, комбінований силос і зелена маса для свиней також потребують подрібнення.

Подрібненням називається процес розділення твердого тіла на частини механічним шляхом, тобто шляхом прикладання зовнішніх сил, які більші від сил молекулярного щеплення.

Подрібнення має надзвичайно важливе значення в протіканні виробничих процесів у тваринництві. На рисунку 1 подано основні позитивні сторони подрібнення кормів.



Рис. 1. Позитивні сторони подрібнення

Розглядаючи процес подрібнення звернемо увагу на те, що відбувається при цьому з часткою корму

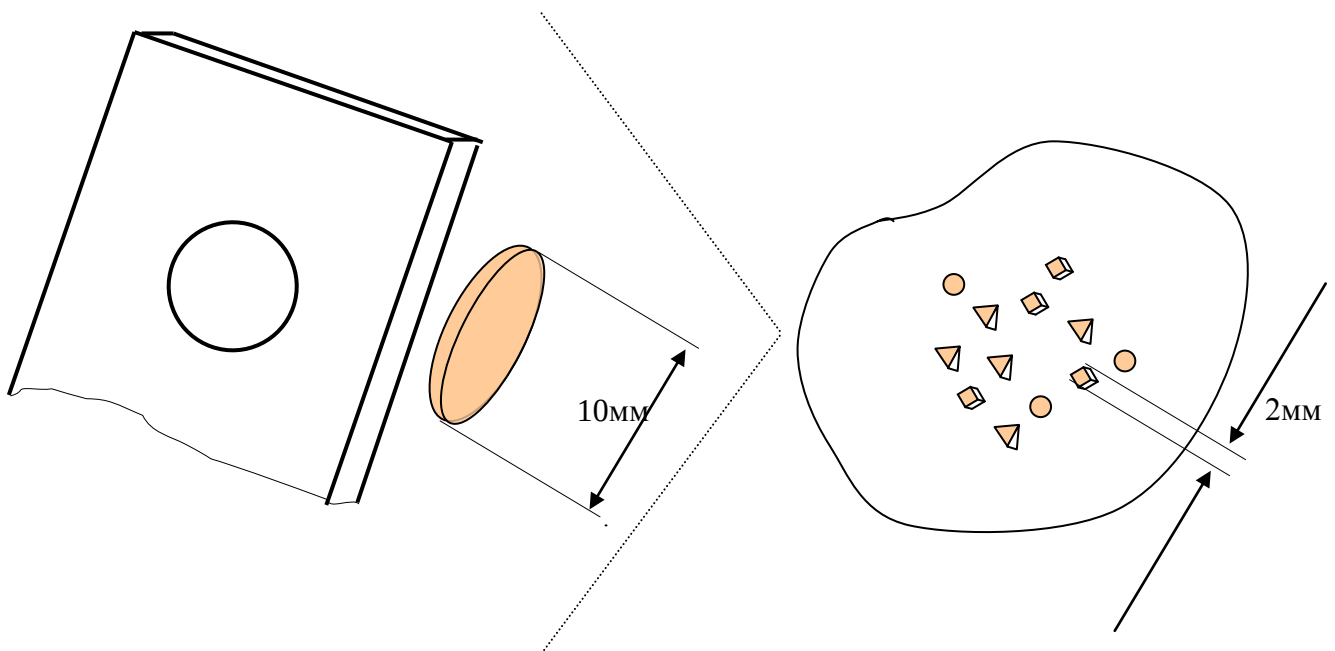


Рис. 2. Схема подрібнення зернини

В результаті подрібнення із однієї цілої, створюється багато дрібніших частинок різної форми і розмірів. Крупність усієї маси сипучого матеріалу оцінюють по вмісту в ній класів (фракцій) відповідних розмірів, тобто по гранулометричному складу.

Гранулометричний склад визначається різними способами. При розмірі часток більше 40мкм найбільш простим є ситовий аналіз –

розсіювання наважки на ситах по фракціям. Метод ситового аналізу уніфіковано, для нього воготовляються стандартні сита. Схематично ситовий аналіз можна зобразити як на рисунку 3.



Рис. 3. Визначення параметрів дослідження при ситовому аналізі

Для характеристики і можливої оцінки процесу подрібнення подрібнену масу слід звести до якоїсь середньої величини, яку можна було б легко обробляти.

Для аналізу якості подрібнення в дослідницькій роботі частинки дрібнокускового матеріалу частіше всього подають у вигляді кулі - "еквівалентної кулі", інколи у вигляді куба - "еквівалентного куба", які по об'єму рівні даній частці корму. В цій роботі виходячи із форми подрібнених частинок (дерть) і вихідного матеріалу (зерно) будемо подавати їх у вигляді "еквівалентної кулі", маса якої рівна середньоарифметичній масі частинок в наважці корму (залишок на кожному ситі).

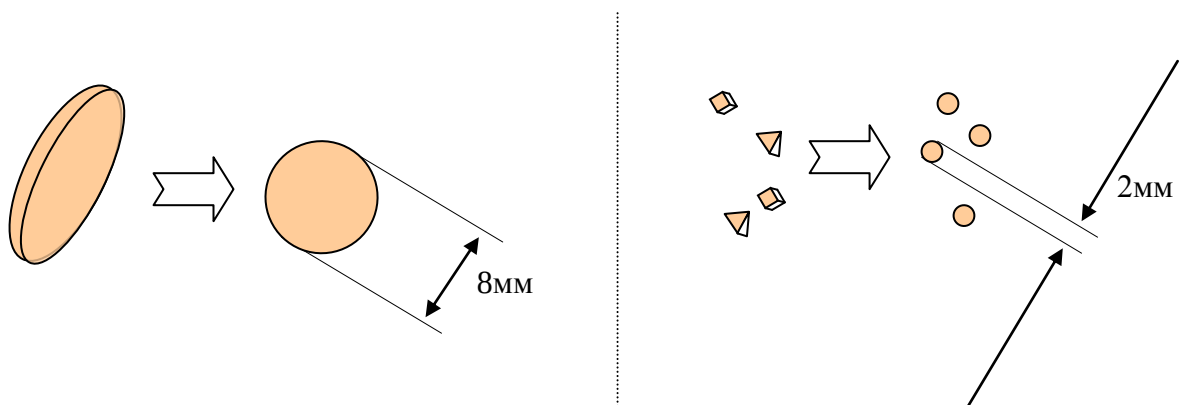


Рис. 4. Зведення кормових часток до «еквівалентної кулі»

Для спрощення розрахунків необхідно визначити середній діаметр часток. В технічній літературі використовується поняття - модуль помолу M який показує величину середньоарифметичного розміру поперечного перерізу частинок розсипного корму. Модуль помолу M чисельно дорівнює середньому діаметру частинок в наважці подрібненого корму. При ситовому аналізі його можна обчислити за формулою

$$M = \frac{d_1 m_1 + d_2 m_2 + \dots + d_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{\sum d_i m_i}{\sum m_i} \quad (1)$$

де d_1, d_2, d_i – середньоарифметичні діаметри двох разом розташованих сит;

m_1, m_2, m_i – маса частинок на ситах і піддоні.

В залежності від ступеня подрібнення продукту M поділяють на

	Розмір часток, мм	Для яких тварин (умовно)
крупний	1,8...2,6	птиця
середній	1,0...1,8	ВРХ
тонкий	0,2...1,0	свині

Крупність частинок подрібненого корму (модуль помолу) обумовлені зоотехнічними вимогами і використовуються при оцінці якості продуктів подрібнення. Для енергетичної оцінки процесів подрібнення, крім цього, потрібно мати увагу про ступінь подрібнення (в спрощеному вигляді її можна розуміти як показник що характеризує у скільки разів зменшився розмір корму)

В техніці ступінню подрібнення прийнято називати відношення середнього розміру P вихідного матеріалу, до середнього розміру p частинок подрібненого продукту.

$$\lambda = \frac{P}{p}$$

Як видно з рис.2 початковий розмір складає 10мм, а розмір подрібнених частинок – 2мм, відповідно ступінь подрібнення мала б складати $10/2=5$, однак так буде лише за умови, що усі частки по формі подібні до вихідного матеріалу, що майже не можливо. Тому, як зазначалось, необхідно звести дослідний матеріал до

еквівалентних куль, для яких можна визначити діаметр D – вихідного матеріалу і d – подрібнених часток (рис. 3)

В нашому випадку:

$$\lambda = \frac{D}{d} \quad (2)$$

Для порівняння різновидності поверхні частинок сипучих матеріалів використовують величину питомої площі поверхні.

При подрібненні на молоткових дробарках регулятором тонкості помолу є решето, встановлене в камері подрібнення. Абсолютне значення ступеня подрібнення зерна злакових культур в залежності від діаметра решета в камері дробарки, можна приймати наступними:

Діаметр решета, мм	10	6	3	2
Ступінь подрібнення	1,5-1,6	2,0-2,4	5-7	8,4-9,7

Засвоєння кормів організмом тварини залежить від швидкості обробки частинок корму шлунковим соком, а швидкість обробки прямопропорційна питомій площі поверхні корму $S_{\text{сум num}}$

Питомою поверхнею матеріалу називається сумарна поверхня всіх; частинок, замкнених в одиниці маси ($\text{м}^2/\text{кг}$). Чим сильніше подрібнена маса тим більша сумарна поверхня її частинок, тим легше шлунковим соком проникати в глибину частинок.

В загальному випадку енергоємність технологічного процесу подрібнення залежить від приросту питомої площі поверхні

$$\Delta S = S_{\text{кін num}} - S_{\text{поч num}} \quad (3)$$

де $S_{\text{кін num}}$ - сумарна поверхня частинок після подрібнення, м^2 ;
 $S_{\text{поч num}}$ - сумарна поверхня частинок до подрібнення, м^2 .

Питома площа поверхні називається об'ємною, якщо вимірюються в $\text{м}^2/\text{м}^3 = \text{м}^{-1}$; називається масовою, якщо вимірюється в $\text{м}^2/\text{кг}$.

Питома площа поверхні визначається для порівняльної ефективності роботи подрібнюючих машин, визначення їх якісних і енергетичних показників. При подрібненні зернового корму визначається масова питома площа ($\text{м}^2/\text{кг}$).

Питому площу поверхні частинок корму можна визначити за формулою

$$S_{\text{num}} = \frac{\Sigma S}{\Sigma m} \text{ або } S_{\text{num}} = \frac{6}{\rho \cdot d},$$

де ρ – густина, кг/м^3 (див. додаток)

В нашому випадку доцільно застосувати формулу

$$S_{\text{нум}} = \frac{S_{\text{сум нум}}}{m} \quad (4)$$

де $S_{\text{сум нум}}$ – сумарна площа поверхні часток усіх фракцій
 m – маса наважки, г

Очевидно, що з зменшенням розмірів часток питома площа поверхні зростає (порівняйте площу кулі з площею двох півкуль, чотирьох чвертей і т.д.), тому ступінь подрібнення можна виразити

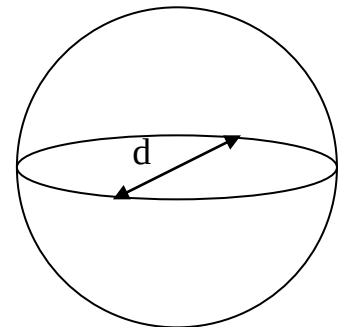
$$\lambda = \frac{S_{\text{кін нум}}}{S_{\text{поч нум}}} \quad (5)$$

При визначенні площ поверхонь і інших

параметрів прийняття частинками форми «еквівалентної кулі» значно спрощує розрахунки, так як можна використовувати прості геометричні формули

Площа кулі (не плутати з кругом)
 $S = \pi d^2$ (6)

Об'єм кулі $V = \frac{\pi \cdot d^3}{6}$ (7)



Визначення енергетичних показників подрібнення

Витрати енергії на подрібнення 1кг зерна очевидно залежать від ступеня подрібнення (чим більше частин тим більше (сильніше, інтенсивніше) необхідно подіяти на зерно, а відповідно і більше затратити енергії). Для її визначення пропонується така емпірична формула:

$$A_{\text{нум}} = C_{\text{пр}} [C_v \cdot \lg \lambda^3 + C_s (\lambda - 1)] \quad (8)$$

де $C_{\text{пр}}$ – приведений коефіцієнт, який враховує вологість, в'язкість зерна, спосіб подрібнення, конструктивні особливості подрібнювача та інші непередбачені фактори;

C_v – коефіцієнт, який враховує роботу пружних деформацій, кДж/кг ;

C_s – коефіцієнт, який характеризує роботу на утворення нових поверхонь, кДж/кг

При розрахунках усі коефіцієнти можна взяти з додатку

Порядок виконання роботи

1. Оглянути вихідний матеріал (зерно). Визначити початкові параметри подрібнення¹.

Діаметр «еквівалентної кулі» цілого зерна можна визначити

$$D = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot m_{1000}}{n \cdot \rho \cdot \pi}} \quad (9)$$

де m_{1000} – маса 1000 зерен, кг;

n – кількість зерен у наважці, $n = 1000$.

При роботі одразу з готовою (подрібненою) продукцією D можна прийняти з додатку

2. Подрібнити зерно у дробарці.

3. Подрібнений матеріал обробляється в ситовому класифікаторі (див. методику дослідження).

Результати заносяться в таблицю 1.

Таблиця 1 Дані ситового аналізу

№	Середній розмір частинок у фракції d_i , мм	Маса фракції, m_i , г	$d_i \cdot m_i$
1	4,5		
2	3		
3	1,25		
4	0,25		
5			
Разом			

4. Підрахувати модуль помолу (формула 1).

5. Провести обрахунок показників.

6. Порахувати приріст питомої поверхні по формулі (3)

7. Розрахувати ступінь подрібнення за формулами (2) і (5), порівняти одержані результати (як правило $\lambda_1 \approx \lambda_2$).

¹ Якщо початковий, фуражний матеріал неоднорідний, то його питома площа поверхні визначається по загальній методиці для визначення питомої масової площі поверхні подрібненого корму

Таблиця 2. – Обробка дослідних даних

Показник	Позначення і формула	Початкові параметри	Кінцеві параметри				
Середній діаметр	D, d	(9)*	4,5	3	1,25	0,25	-
Площа поверхні однієї частинки, мм ²	$S_{i\text{ поч.}}, S_{i\text{ кін.}}$	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	-
Об'єм однієї частинки, мм ³	$V_{i\text{ поч.}}, V_{i\text{ кін.}}$	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	-
Кількість частинок в наважці	$n = \frac{m}{V \cdot \rho} \quad (10)$	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	-
Сумарна площа частинок	$S_{\text{поч. сум}} = S_{i\text{ поч.}} \cdot n \quad (11)$ $S_{\text{кін. сум}} = S_{i\text{ кін.}} \cdot n \quad (12)$	(11)	(12)	(12)	(12)	(12)	Σ
Сумарна питома площа поверхні	$S_{\text{кін. пит.}}, S_{\text{поч. пит.}}$	(4)	-	-	-	-	(4)

* порядковий номер формули поміщеної в даних методичних вказівках

8. Підрахувати витрати енергії для обох λ по формулі (8).

Визначити середнє значення:

$$A_{\text{сум}} = \frac{A_{\text{сум1}} + A_{\text{сум2}}}{2}, \text{ кДж/кг.}$$

9. Порівняти одержані результати з роботою реальної дробарки.

Для можливості порівняння з показниками роботи реальних дробарок одержане значення можна перевести в кВт·год./кг, з розрахунку $1 \text{ кДж} = \frac{1}{3600} \text{ кВт·год.}$, тоді помноживши одержаний результат на годинну продуктивність дробарки, можна визначити необхідну потужність для її досягнення.

$$N_{\text{необх}} = A_{\text{пит}} \cdot Q.$$

Необхідну потужність порівняти з паспортною потужністю дробарки і визначити її коефіцієнт корисної дії

$$\eta = \frac{N_{\text{необх}}}{N_{\text{пасп}}}.$$

10. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Модуль помолу і методика його визначення.
2. Поняття про приріст площі поверхні частинок і степені подрібнення, методика їх визначення.
3. Методика розрахунку маси «еквівалентної кулі».
4. Методика розрахунку площі поверхні однієї частинки.
5. Методика розрахунку сумарної питомої площі поверхні в 1кг корму.
6. Розрахунок енергоємності подрібнювача.

Рекомендована література

1. Грушецький С.М. Машини і обладнання та їх використання у тваринництві : [практикум для студентів інженерно-технічного факультету / С.М. Грушецький. Подільський держ. агр.- техн. ун-т – Кам'янець-Подільський : ПДАТУ. – 2016. – 447 с. (*Протокол НМР ПДАТУ №5 від 24 червня 2016 р.*).

2. Грушецький С.М. Навчально-методичний комплекс з дисципліни “Машини і обладнання та їх використання у тваринництві” Частина 1 для студентів інженерно-технічного факультету (напрямок підготовки 6.100102 – “Процеси, машини і обладнання агропромислового виробництва” спеціальності 208 “Агроінженерія”) / С.М. Грушецький. Подільський держ. агр.- техн. ун-т – Кам'янець-Подільський : ПДАТУ. – 2016. – 537 с. (*Протокол НМР ПДАТУ №9 від 23 листопада 2016 р.*).

3. Грушецький С.М. Навчально-методичний комплекс з дисципліни “Машини і обладнання та їх використання у тваринництві” Частина 2 для студентів інженерно-технічного факультету (напрямок підготовки 6.100102 – “Процеси, машини і обладнання агропромислового виробництва” спеціальності 208 “Агроінженерія”) / С.М. Грушецький. Подільський держ. агр.- техн. ун-т – Кам'янець-Подільський : ПДАТУ. – 2016. – 598 с. (*Протокол НМР ПДАТУ №9 від 23 листопада 2016 р.*).

4. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 64426. Практикум “Машини і обладнання та їх використання у тваринництві” / Грушецький С.М., Скляр Р.В. (Україна). – № 64999; заявл. 14.01.2016; опубл. 10.03.2016.

5. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 69763. Навчальний посібник “Навчально-методичний комплнкс” “Машини і обладнання та їх використання у тваринництві” / Грушецький С.М. (Україна). – № 70388; заявл. 10.11.2016; опубл. 16.01.2017.

Додаток

Характеристика фуражного зерна (по експериментальним даним С.В.Мельникова)

Культура	Густина зерна, ρ , кг/м ³	Діаметр еквівалентної кулі, D, мм	Коефіцієнти		
			C_{np}	C_V	C_S
Ячмінь	1300	4,2	1,20±0,30	8,5	7,5
Овес	1350	3,7	5,00±1,50	2,34	1,96
Жито	1280	3,3	1,45±0,35	8,4	6,4
Пшениця	1360	3,8	-	4,6	8,15
Горох	1360	6,3	-	10,7	3,66

Навчальне видання

Грушецький Сергій Миколайович

**МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У
ТВАРИННИЦТВІ**

Методичні рекомендації з лабораторних занять для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня спеціальності 208 «Агроінженерія»

Редактор С.М. Грушецький

Комп'ютерна верстка С.М. Грушецький

Підписано до друку 30.03.18 р. Формат 30×42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Авт. арк. 1,0.
Обл.–вид. арк. 1,28. У.д.а. 1,0 Тираж 50 прим. Зам. 45.

Підготовлено до друку та видруковано
у Подільському державному аграрно-технічному університеті.
32300, Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 13.

