

Нанка О.В.
Бакум М.В.
Ієвлєв І.І.
Нагорний С.А.
Семенцов В.В.
Бойко Д.І.

Харківський національний технічний
університет сільського господарства
імені Петра Василенка,
м. Харків, Україна

ОСОБЛИВОСТІ МІНЛИВОСТІ РОЗМІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

УДК 620.16

Нанка О.В., Бакум М.В., Ієвлєв І.І., Нагорний С.А., Семенцов В.В., Бойко Д.І. «Особливості мінливості розмірних характеристик зерна кукурудзи»

Особливості мінливості розмірних характеристик зернових матеріалів оцінювали геометричними розмірами: товщиною, шириною та довжиною їх компонентів, середнім значенням, середньоквадратичним відхиленням та коефіцієнтом варіації кожного з них.

Вихідним матеріалом для досліджень було зерно кукурудзи Солом'янської 298 СВ, урожаю 2016 р; кукурудзи Подих МВ, урожаю 2017 р. і кукурудзи ПР 39А50, урожаю 2017 р.

Найменше розсіювання величиною 2,34 мм (від 1,99 до 4,58 мм) має товщина зерна кукурудзи Подих МВ. Середнє значення товщини найменше у зерна кукурудзи ПР 39 А 50 і становить 3,21 мм, а найбільше – у зерна кукурудзи Солом'янська 298 СВ. Закономірність мінливості ширини зерна досліджуваної кукурудзи не суттєво відрізняється від мінливості товщини. За абсолютними значеннями найменшу різницю середніх значень ширини і товщини 0,1 мм має зерно кукурудзи Солом'янської 298 СВ, а найбільшу – 2,07 мм зерно кукурудзи ПР 39А50.

Величина розсіювання довжини досліджуваного зерна кукурудзи відрізняється не суттєво і змінюється в межах від 3,49 мм до 7,89 мм.

Усереднені значення товщини, ширини та довжини досліджуваного зерна кукурудзи відрізняються за величиною, що відповідає їх зубоподібній формі: найменша товщина – 3,85 мм, ширина – 4,80 мм і найбільша довжина – 5,93 мм. Середньоквадратичні відхилення для усереднених розмірів зерна змінюються від 0,28 мм для довжини, 0,45 мм для ширини і до 1,07 мм для товщини. Це визначає зміну коефіцієнтів варіації середніх розмірів досліджуваного зерна кукурудзи від 4,70 % для довжини, 9,38 % для ширини і до 27,83 % для товщини.

Середній об'єм та еквівалентний діаметр зернин кукурудзи Подих МВ і ПР 39А50 відрізняються, відповідно, на 16,62 мм³ і 0,19 мм, та є значно меншими від зерна кукурудзи Солом'янської 298 СВ.

Усереднене значення об'єму однієї зернини досліджуваного зерна кукурудзи становить 237,03 мм³, а еквівалентний діаметр 7,65 мм.

Ключові слова: особливості мінливості розмірних характеристик, товщина, ширина, довжина, зерна кукурудзи, середній об'єм, еквівалентний діаметр.

Нанка А.В., Бакум М.В., Ієвлєв І.І., Нагорний С.А., Семенцов В.В., Бойко Д.І. «Особенности изменчивости размерных характеристик зерна кукурузы»

Особенности изменчивости размерных характеристик зерновых материалов оценивали геометрическими размерами: толщиной, шириной и длиной их компонентов, средним значением, среднеквадратичным отклонением и коэффициентом вариации каждого из них.

Исходным материалом для исследований было зерно кукурузы Соломенской 298 СВ, урожая 2016 г.; кукурузы Дыхание МВ, урожая 2017 и кукурузы ПР 39А50, урожая 2017

Меньше рассеивания величиной 2,34 мм (от 1,99 до 4,58 мм) имеет толщина зерна кукурузы Дыхание МВ. Среднее значение толщины меньше у зерна кукурузы ПР 39 50 и составляет 3,21 мм, а больше всего - у зерна кукурузы Соломенская 298 СВ. Закономерность изменчивости ширины зерна исследуемой кукурузы не существенно отличается от изменчивости толщины. По абсолютным значениям наименьшую разницу средних значений ширины и толщины 0,1 мм имеет зерно кукурузы Соломенской 298 СВ, а наибольшую - 2,07 мм зерно кукурузы ПР 39А50.

Величина рассеивания длины исследуемого зерна кукурузы отличается не существенно и изменяется в пределах от 3,49 мм до 7,89 мм.

Усредненные значения толщины, ширины и длины исследуемого зерна кукурузы отличаются по величине, соответствующей их зубоподобной форме: наименьшая толщина - 3,85 мм, ширина - 4,80 мм и максимальная длина - 5,93 мм. Среднеквадратичные отклонения для усредненных размеров зерна изменяются от 0,28 мм для длины, 0,45 мм для ширины и до 1,07 мм для толщины. Это определяет

изменение коэффициентов вариации размеров исследуемого зерна кукурузы от 4,70% для длины, 9,38% для ширины и до 27,83% для толщины.

Средний объем и эквивалентный диаметр зерен кукурузы Дыхание ГО и ПР 39А50 отличаются, соответственно, на 16,62 мм³ и 0,19 мм, и значительно меньше от зерна кукурузы Соломенской 298 СВ.

Усредненное значение объема одной зерна исследуемого зерна кукурузы составляет 237,03 мм³, а эквивалентный диаметр 7,65 мм.

Ключевые слова: особенности изменчивости размерных характеристик, толщина, ширина, длина, зерна кукурузы, средний объем, эквивалентный диаметр.

Nanka A.V., Bakum M.V., Ievlev I.I., Nagorny S.A., Sementsov V.V., Boyko D.I. "Features of the variability of the dimensional characteristics of corn grain"

The peculiarities of the variability of the dimensional characteristics of grain materials were estimated by their geometrical dimensions: thickness, width, and length of their components, average value, standard deviation, and coefficient of variation of each of them.

The starting material for the research was the corn grain Solomenskaya 298 NE, harvest 2016; Corn Breath MW, harvest 2017 and corn PR 39A50, harvest 2017

Less dispersion of 2.34 mm (from 1.99 to 4.58 mm) has the thickness of a corn grain. Respiration MV. The average thickness is less in corn grain PR 39 50 and is 3.21 mm, and most of all - in corn grain Solomenskaya 298 СВ. The regularity of the variability of the grain width of the studied corn is not significantly different from the variability of the thickness. In absolute values, the smallest difference in average values of width and thickness of 0.1 mm is the corn grain of Solomenskaya 298 СВ, and the largest - 2.07 mm corn grain PR 39A50.

The size of the dispersion of the length of the studied corn grain does not differ significantly and varies from 3.49 mm to 7.89 mm.

The averaged values of the thickness, width, and length of the studied corn grain differ in the size corresponding to their tooth-like form: the smallest thickness is 3.85 mm, width is 4.80 mm, and the maximum length is 5.93 mm. Standard deviations for average grain sizes vary from 0.28 mm for length, 0.45 mm for width and up to 1.07 mm for thickness. This determines the change in the coefficient of variation of the sizes of the studied corn grain from 4.70% for the length, 9.38% for the width and up to 27.83% for the thickness.

The average volume and equivalent diameter of corn kernels. The breath of GO and PR 39A50 differ, respectively, by 16.62 mm³ and 0.19 mm, and significantly less from the corn grain of Solomenskaya 298 СВ.

Keywords: features of variability of dimensional characteristics, thickness, width, length, corn grain, average volume, equivalent diameter.

Формулювання задач дослідження

Кукурудза – сільськогосподарська культура високої продуктивності і різностороннього використання. Основна складова речовина цієї культури – крохмал, який становить 60...80 % маси зерна. Білки, які становлять 10...14 % маси зерна, не здатні формувати клейковину. В зерні кукурудзи також багато жирів (6...8 %), а в зародках їх вміст доходить до 40 % [3,4].

Із зерна кукурудзи виготовляють багато різних продуктів харчування, барвників та іншої продукції. Крім того зерно кукурудзи є цінним кормом для всіх видів тварин. В 1 кг. сухого зерна міститься 1,34 кор.од. Разом з цим слід зазначити, що протеїн зерна кукурудзи бідний незамінними амінокислотами – лізином і тріптофаном та багатий малоцінним у кормовому відношенні білком – зеїном.

Самим поширеним і завжди обов'язковим способом підготовки зерна до згодовування є його подрібнення. Саме якісне подрібнення руйнує тверду оболочку, полегшує розжовування, поживні речовини стають більш доступними, що підвищує повноту їх використання. Крім того, подрібнене зерно більш рівномірно перемішується з другими компонентами, що сприяє отриманню збалансованих за поживними речовинами кормів, які підвищують не лише продуктивність тварин, а і якість отриманої продукції [1-2].

Для отримання однорідності приготовлених кормів необхідно мати якісно подрібнені всі компоненти. Адже чим менші розміри частинок компонентів і більше вирівняним є їх гранулометричний склад, тим легше отримувати задану однорідність суміші.

Для обґрунтування параметрів подрібнювачів та вибору режимів їх роботи необхідне ґрунтовне вивчення механіко-технологічних властивостей всіх компонентів матеріалів для подрібнення, в тому числі і мінливості їх розмірних характеристик.

Дослідження механіко-технологічних властивостей зерна сільськогосподарських культур виконувались багатьма науковцями [1,5,6]. Виконані дослідження у більшості можна використовувати при дослідженні процесу подрібнення зерна ударом, а для об'єктів подрібнення на роторних подрібнювачах [7,8,9] необхідно доповнити новими даними механіко-технологічних показників.

Мета дослідження

Дослідити мінливість розмірних характеристик зерна кукурудзи.

Результати дослідження

Мінливість розмірних характеристик зернових матеріалів оцінювали геометричними розмірами: товщиною, шириною та довжиною їх компонентів, середнім значенням, середньоквадратичним відхиленням та коефіцієнтом варіації кожного з них.

Вихідним матеріалом для досліджень було зерно кукурудзи Солом'янської 298 СВ, урожаю 2016 р; кукурудзи Подих МВ, урожаю 2017 р. і кукурудзи ПР 39А50, урожаю 2017 р.

Об'єм вибірки зерна $N_{\hat{A}}$ для досліджень визначили за формулою [8]:

$$N_{\hat{A}} = \left(\frac{V_{\hat{A}} \cdot t_{0,05}}{\Delta} \right)^2 \quad (1)$$

де $V_{\hat{A}}$ коефіцієнт варіації;

$t_{0,05}$ - квантіль розподілення Стьюдента при рівні значущості 0,05;

Δ - відносна похибка середнього.

При розрахунках об'єму вибірки зерна величину коефіцієнта варіації прийняли рівною 0,5, а відносну похибку середнього – 0,1. Квантіль розподілення Стьюдента при рівні значущості 0,05 дорівнює 1,96 [8]. Для таких даних об'єм вибірки становить 96,04. При проведенні досліджень вибірки брали по 100 зернин.

Розміри зерна вимірювали мікроскопом з точністю до 0,01 мм. Результати досліджень приведені у вигляді варіаційних рядів у таблицях 1-3 і варіаційних кривих на рис. 1.

Таблиця 1.

Варіаційні ряди мінливості товщини зерна кукурудзи

Границі інтервалів, мм	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5
Зерна кукурудзи Солом'янська 298СВ												
Частість %				3	11	12	19	25	15	8	4	3
Зерна кукурудзи Подих МВ												
Частість %	1	6	25	38	21	7	2					
Зерна кукурудзи ПР 39А50												
Частість %		3	27	48	20	2	1					

Таблиця 2

Варіаційні ряди мінливості ширини зерна кукурудзи												
Границі класу, мм	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5
Зерна кукурудзи Солом'янська 298 СВ												
Частість, %					7	12	25	22	14	12	5	3
Зерна кукурудзи Подих МВ												
Частість, %	1	6	25	38	21	7	2					
Зерна кукурудзи ПР 39А50												
Частість, %				2	4	24	28	32	9	1		

Таблиця 3.

Варіаційні ряди мінливості довжини зерна кукурудзи											
Границі інтервалів, мм	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	
Зерна кукурудзи Солом'янська 298 СВ											
Частість, %		3	10	13	17	23	16	13	3	2	
Зерна кукурудзи Подих МВ											
Частість, %			1	8	9	14	33	18	7		
Зерна кукурудзи ПР 39А50											
Частість, %	1	4	5	5	10	13	31	18	13		

Найбільше розсіювання (3,83 мм) товщини зерна має кукурудза Солом'янська 298 СВ (табл.1, рис. 1,а). Воно змінюється від 3,23 мм до 7,18 мм. За величиною товщина зерна кукурудзи Солом'янська 298 СВ значно перевищує товщину зерна кукурудзи інших гібридів, які досліджувались. В деякій мірі це пояснюється тим, що зерно кукурудзи Подих МВ і ПР 39А50 досліджувалось урожаю 2017 р, посушливе літо якого негативно вплинуло на формування урожаю пізніх культур. Найменше розсіювання величиною 2,34 мм (від 1,99 до 4,58 мм) має товщина зерна кукурудзи Подих МВ. Середнє значення товщини найменше у зерна кукурудзи ПР 39 А 50 і становить 3,21 мм (табл. 4), а найбільше – у зерна кукурудзи Солом'янська 298 СВ. Крім того, навіть закономірність мінливості товщини зерна кукурудзи Подих МВ і ПР 39 А 50 дуже схожі (рис. 1,а, табл. 1) між собою і суттєво відрізняються від мінливості зерна кукурудзи Солом'янська 298 СВ.

Закономірність мінливості ширини зерна кукурудзи, що досліджувалось (табл. 2, рис. 1,б) має лівосторонню асиметрію і схожа за характером варіювання. Найбільше розсіювання (3,66 мм) ширини має зерно кукурудзи Солом'янської 298 СВ (від 3,68 мм до 7,36 мм). Розсіювання ширини зерна Подих МВ змінюється від 2,93 мм до 6,02 мм і становить 3,09 мм, а зерна кукурудзи ПР 39А50 змінюється від 3,21 мм до 6,57 мм і становить 3,36 мм. Середнє значення ширини теж найбільше у зерна кукурудзи Солом'янської 298 СВ і становить 5,19 мм, що на 0,36 мм більше середнього значення ширини зерна кукурудзи ПР 39А50 і на 0,86 мм більше від зерна кукурудзи Подих МВ.

В цілому необхідно зазначити, що закономірність мінливості ширини зерна досліджуваної кукурудзи не суттєво відрізняється від мінливості товщини. За абсолютними значеннями найменшу різницю середніх значень ширини і товщини 0,1 мм має зерно кукурудзи Солом'янської 298 СВ, а найбільшу – 2,07 мм зерно кукурудзи ПР 39А50.

Величина розсіювання довжини досліджуваного зерна кукурудзи відрізняється не суттєво і змінюється в межах від 3,49 мм до 7,89 мм. Середнє значення довжини найбільше у зерна кукурудзи Подих МВ і становить 6,16 мм, що на 0,15 мм більше від

середнього значення довжини зерна кукурудзи ПР 39А50 і на 0,55 мм більше зерна кукурудзи Солом'янської 298 СВ (табл. 3, рис. 1,в).

Усереднені значення товщини, ширини та довжини досліджуваного зерна кукурудзи відрізняються за величиною, що відповідає їх зубоподібній формі: найменша товщина – 3,85 мм, ширина – 4,80 мм і найбільша довжина – 5,93 мм (табл. 4). Середньоквадратичні відхилення для усереднених розмірів зерна змінюються від 0,28 мм для довжини, 0,45 мм для ширини і до 1,07 мм для товщини. Це визначає зміну коефіцієнтів варіації середніх розмірів досліджуваного зерна кукурудзи від 4,70 % для довжини, 9,38 % для ширини і до 27,83 % для товщини.

Таблиця 4.

Статистичні характеристики мінливості розмірів зерна кукурудзи

Зерно кукурудзи	Солом'янсь-ка 298 СВ	Подих МВ	ПР 39А50	Усереднене значення зерна кукурудзи, мм	Середнє квадратичне відхилення розмірів, мм	Коефіцієнт варіації розмірів, %
Показники						
Мінімальна ширина зерна, мм	3,68	2,93	3,21			
Максимальна ширина зерна, мм	7,36	6,02	6,57			
Середнє значення ширини зерна, мм	5,19	4,33	4,83	4,80	± 0,45	9,38
Максимальна товщина зерна, мм	3,23	1,99	2,34			
Максимальна товщина зерна, мм	7,18	4,58	4,50			
Середнє значення товщини зерна, мм	5,09	3,26	3,21	3,85	± 1,07	27,83
Мінімальна довжина зерна, мм	3,71	4,05	3,49			
Максимальна довжина зерна, мм	7,89	7,24	7,56			
Середнє значення довжини зерна, мм	5,61	6,16	6,01	5,93	± 0,28	4,70

Для адекватної оцінки різноманітності форм зерен кукурудзи, як часто виконується і для багатьох інших сільськогосподарських культур, приймаємо величину

еквівалентного діаметра D_e зернини, як діаметр кулі, об'єм V_K якої дорівнює справжньому об'єму зернини V_z .

Для підвищення точності визначення об'єму зернини, спочатку визначали сумарний об'єм зерна та його кількість у ємності об'ємом 100 мл. При цьому заповнену зерном ємність заповнювали водою із мірної мензурки,

визначаючи її об'єм. Різниця об'ємів ємності і долитої води дорівнює сумарному об'єму зерна у ємності [7]. Розділивши сумарний об'єм зерна на його кількість в ємності визначали середній об'єм зернини.

Прирівнюючи його до об'єму кулі, визначали середній еквівалентний діаметр зернини. За залежністю:

$$D_e = \sqrt[3]{6V_z / \pi} = 1,24\sqrt[3]{V_z} \quad (2)$$

Результати досліджень наведені в табл. 5.

Як видно з табл 5, зерно кукурудзи Солом'янська 298 СВ, урожаю 2016 р, має значно більший, як середній об'єм 286,14 мм³, так і еквівалентний діаметр 8,17 мм. Середній об'єм та еквівалентний діаметр зернин кукурудзи Подих МВ і ПР 39А50 відрізняються, відповідно, на 16,62 мм³ і 0,19 мм, та є значно меншими від зерна кукурудзи Солом'янської 298 СВ.

Таблиця 5

Результати визначення середнього еквівалентного діаметра зерна кукурудзи

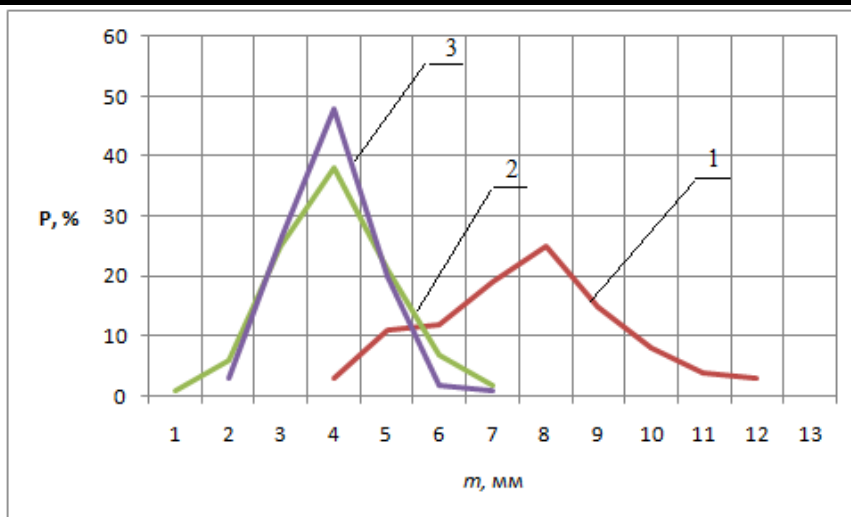
Зерна кукурудзи	Солом'янська 298 СВ	Подих МВ	ПР 39 А 50	Середнє значення
Показники				
Середній об'єм зернини, мм ³	286,14	220,78	2014,16	237,03
Середній еквівалентний діаметр зернини, мм	8,17	7,49	7,30	7,65
Маса 1000 зернин, г	287,64	242,92	211,64	247,40

Усереднене значення об'єму однієї зернини досліджуваного зерна кукурудзи становить 237,03 мм³, а еквівалентний діаметр 7,65 мм.

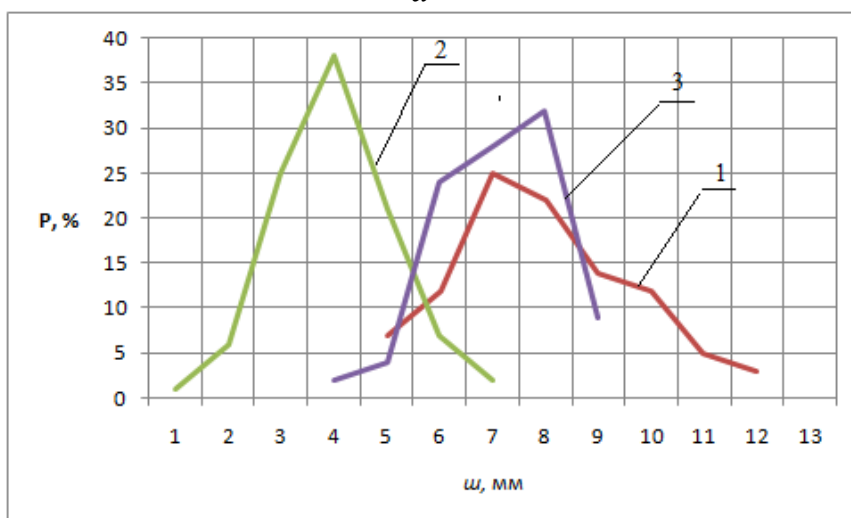
Найбільшу масу 1000 зернин має кукурудза Солом'янська 298 СВ (287,64 г). Вона на 44,72 г більша від маси зерна кукурудзи Подих МВ і на 76,00 г від маси зерна ПР 39 А 50. Середнє значення маси 1000 штук досліджуваного зерна кукурудзи становить 247,40 г.

Висновки

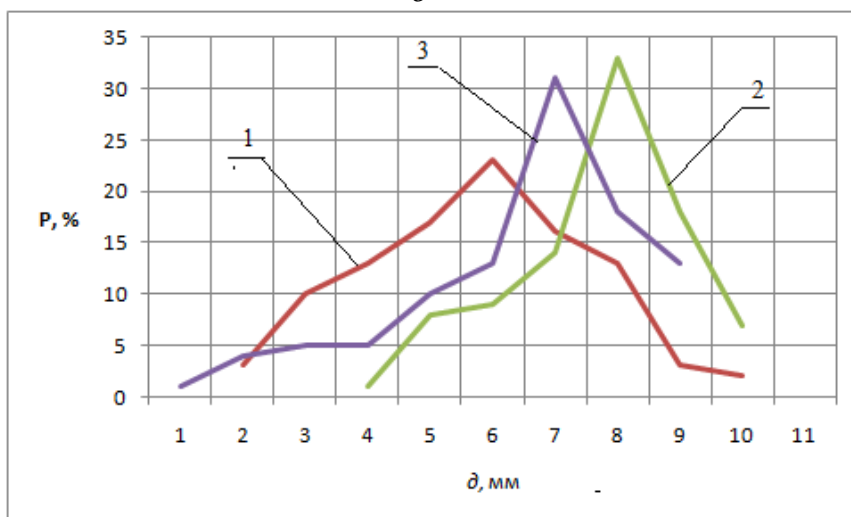
Дослідженнями розмірних характеристик зерна різних сортів і гібридів кукурудзи, вирощеного у різні роки (2016-2017 р.р.) встановлено, що усереднені значення товщини, ширини та довжини зерна відрізняються в середньому на 20 %. Для оцінки форми і розмірів зерна кукурудзи визначені середні значення еквівалентного діаметра зернини, який змінюється в межах від 7,30 мм для зерна кукурудзи ПР 39А50 до 8,17 мм для зерна кукурудзи Солом'янська 298 СВ.



a



б



в

Рис.1. Варіаційні криві розмірних характеристик зерен кукурудзи: а – товщини, б – ширини, в – довжини; 1 – Солом'янська 298 СВ; 2 – Подих МВ; 3 – PR39 А 50

Список використаних джерел

1. Ревенко І.І. Машини та обладнання для тваринництва / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Рябенко, - К.: Кондор, 2009. – 730 с.
2. Сиротюк В.М. Машини та обладнання для тваринництва / В.М. Сиротюк, - Львів: Магнолія плюс, 2004. – 204 с.
3. <http://zoovet.info/vet-knigi/111-kormlenie-zhivotnykh/kranenie-kormov/9199-izmelchenie>
4. Хинниг А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных / Перевод с англ. – М.: Колос, 1993. – 500 с.
5. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник/ О.М. Царенко, Д.Г.Войтюк, В.М. Швайко, М.Я. Довжик, С.С. Яцун; за ред. С.С. Яцуна.–К.: Мета, 2003. – 448 с.
6. Заика П.М. Исследование вариационных кривых распределения размерных характеристик семян перед их доочисткой на виброрешетах / П.М. Заика, Н.В. Бакум, А.Я. Полиский // Повышение эффективности и качества работы вибрационных семяочистительных машин: Сборник научных трудов МИИСП. – М: МИИСП, 1981. – с. 3-8.
7. Патент 95760 України, МПК В02С18/04. Спосіб подрібнення фуражного зерна / Нанка О.В.: опубл. 12.01.2015, Бюл. №1. – 3 с.
8. Налимов В.В. Теория эксперимента / В.В. Налимов. – М.: Наука, 1976. – 208 с.
9. Нанка О.В. Дослідження механіко-технологічних властивостей зерна сої / О.В. Нанка, М.В. Бакум, М.М. Крекот, О.М. Русальов, Д.І. Бойко, О.С. Вотченко // Механізація сільськогосподарського виробництва; Вісник: ХНТУСГ, Вип. 190. – Харків, 2018 – С. 130.
10. Патент України №131348, МПК В02С9/02. Фрезерний подрібнювач зерна / Нанка О.В., Науменко О.А., Бакум М.В., Русальво О.М., Семенцов В.В., Бойко Д.І. Опубл. 10.01.2019 р. Бюл. №1. – 6 с.