

УДК 631.362.36

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (Технические науки)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Тлишев Адам Измаилович
к.т.н., профессор
SPIN-код: 1872-2847
email: a_tlishev@mail.ru
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Станин Владислав Дмитриевич
ассистент, SPIN-код: 5086-7635
email: staninvlad0@gmail.com
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Теоретические и экспериментальные исследования проводятся на факультете механизации кубанского ГАУ, в лаборатории кафедры процессы и машины в агробизнесе. В статье представлено теоретическое исследование процесса калибровки зерен пшеницы прошедших первичную очистку и сортировку. Экспериментальная часть данной работы выполнена на специальной лабораторной установке, предназначенной для проведения опытов по подбору решет для сортирования и калибровки семян сельскохозяйственных культур. Целью данной работы является повышение крупности (толщины) зерна. Представлены теоретические расчеты по подбору решета с требуемыми для решения поставленной задачи размерами и формой отверстий. Описана последовательность оценки характеристик исходного материала, проведен анализ качественных показателей исходного материала, составлена таблица распределения со значениями отклонения средней величины каждого класса, определен классовый промежуток. По полученным значениям распределения исходного зернового материала рассчитано среднее отклонение толщины зерен второй фракции, определена средняя толщина зерен откалиброванной пшеницы. В итоге установлено, что обработка пшеницы в заданных условиях повышает крупность зерен (толщину) с 2,92 мм до 2,95 мм

Ключевые слова: РЕШЕТА С ПРОДОЛГОВАТЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ, КАЛИБРОВКА, ВАРИАНТА, КОЛИЧЕСТВО ЗЕРЕН, ЧАСТОТА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗЕРЕН, РАЗМЕРЫ ШИРИНЫ ОТВЕРСТИЙ, СТЕПЕНЬ ВЫДЕЛЕНИЯ, СРЕДНЕЕ УКЛОНЕНИЕ, ОБЪЕМ СОВОКУПНОСТИ, ФРАКЦИИ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-197-015>

UDC 631.362.36

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (Technical sciences)

WAYS TO INCREASE THE QUALITY INDICATORS OF WHEAT GRAIN

Trishev Adam Izmailovich,
Cand.Tech.Sci, professor
RSCI SPIN-code: 1872-2847
email: a_tlishev@mail.ru
Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia

Stanin Vladislav Dmitrievich
assistant, RSCI SPIN-code: 5086-7635
email: staninvlad0@gmail.com
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Theoretical and experimental research is carried out at the Faculty of Mechanization of Kuban State Agrarian University, in the laboratory of the Department of Processes and Machines in Agribusiness. The article presents a theoretical study of the process of calibrating wheat grains that have undergone primary cleaning and sorting. The experimental part of this work was carried out on a special laboratory installation intended for conducting experiments on the selection of sieves for sorting and calibrating agricultural seeds. The purpose of this work is to increase the grain size (thickness). Theoretical calculations for selecting a sieve with the dimensions and shape of the holes required to solve the problem are presented. The sequence of assessing the characteristics of the source material is described, an analysis of the quality indicators of the source material is carried out, a distribution table is compiled with the deviation values of the average value of each class, and the class interval is determined. Based on the obtained values of the distribution of the initial grain material, the average deviation of the thickness of the grains of the second fraction was calculated, and the average thickness of the grains of calibrated wheat was determined. As a result, it was found that processing wheat under the given conditions increases the grain size (thickness) from 2.92 mm to 2.95 mm

Keywords: SIEVES WITH OBLONGED HOLES, CALIBRATION, VARIANT, NUMBER OF GRAINS, FREQUENCY OF GRAIN DISTRIBUTION, HOLE WIDTH DIMENSIONS, DEGREE OF EXTRACTION, AVERAGE SLAVENESS, VOLUME OF THE AGGREGATE, FRACTIONS

В Российской Федерации пшеница является важнейшей культурой и по данным официальной статистики Росстата в 2023 году общая площадь под пшеницей, составила 29,769 млн га, в 2022 году этот показатель составлял 29 513 млн га. В Краснодарском крае в 2023 году общая площадь под пшеницей составила 1655,26 га.

Своевременное выполнение операций по послеуборочной обработке с использованием современных технологий и грамотного подхода к вопросу подбора требуемых зерноочистительно-сортировальных машин, повышает качественные показатели исходного материала, снижает финансовые расходы и сокращает потери.

Обязательными операциями послеуборочной обработки зерна являются очистка зерна и калибровка по размерам, выполняемые в основном на зерноочистительных машинах, оборудуемых решетками с различными по размеру и форме отверстий. При этом уровень качественных показателей обрабатываемых зерен (семян) зависит от корректности и обоснованности параметров подобранных решет.

Для повышения эффективности очистки и калибровки, особенно семенного материала, проводят фракционное сепарирование устанавливая на зерноочистительную машину подсевные решета, позволяющие отводить проходом — мелкие зерна, сходом крупные зерна. При необходимости полученные фракции дополнительно очищают, используя подсевные решета с меньшим значением размеров отверстий.

Очищенное от всех примесей зерно, для повышения ее качественных показателей, на практике подвергается калибровке с целью повышения крупности (толщины) зерна. Данная статья посвящена определению возможности повышения крупности (толщины) зерна пшеницы путем подбора необходимых для достижения этой цели решет, размеры отверстий которых определяются с учетом геометрических параметров исходного материала. Данное исследование проводится на факультете механизации кубанского ГАУ в лаборатории кафедры процессы и машины в агробизнесе.

Для подбора решет необходимо иметь вариационные кривые исход-

ного зернового материала, размерные характеристики, с указанием среднего размера (длина, ширина) семян M , в данном случае пшеницы и значение средне квадратического отклонения σ , которое является статистической характеристикой отклонения реальных размеров семян от среднего значения. Линия, огибающая диаграмму распределения измеряемых параметров, называется графиком распределения и для зерен сельскохозяйственных культур соответствует графику нормального распределения, описывается кривой Гаусса.

При изучении размерных характеристик исходного материала установлено, что калибруемые зерна пшеницы характеризуются следующими данными: средняя длина $M_D = 5,83$ мм, $\sigma_D = \pm 0,39$ мм; средняя ширина $M_{Ш} = 3,33$ мм, $\sigma_{Ш} = \pm 0,22$ мм; средняя толщина $M_T = 2,92$ мм, $\sigma_T = \pm 0,22$ мм. Проведение калибровки планируется на решетке с продолговатыми отверстиями шириной $b = 2,7$ мм. По условиям задания в результате сортировки в подсев должно уходить не более 16% зерен (по числу зерен). Полнота деления при этом должна составить $\varepsilon_1 = 0,6$.

Весь объем совокупности, которая характеризуется площадью, ограниченной кривой N распределения (рисунок 1) обозначим $N = \sum n$.

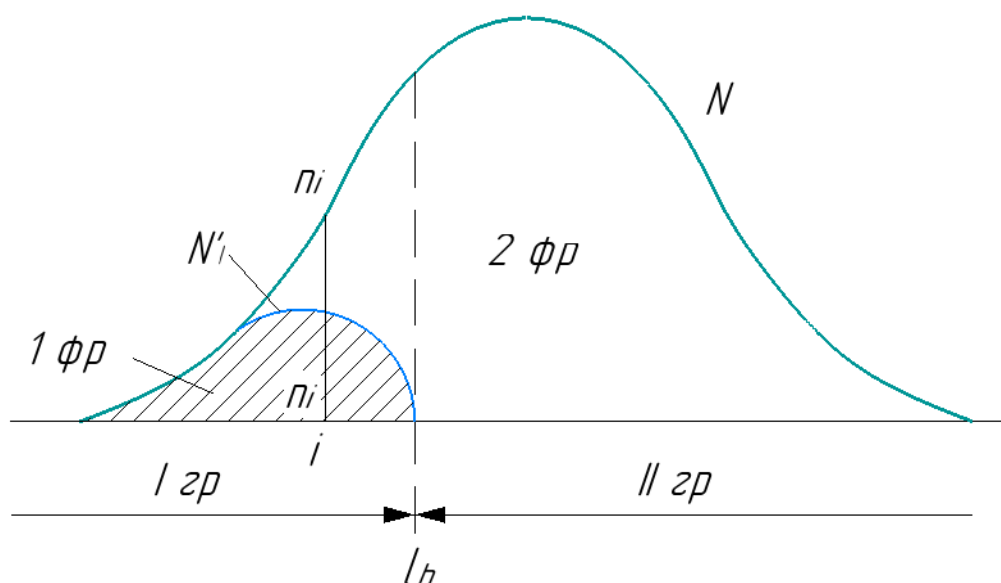


Рисунок 1 – График распределения толщины зерен пшеницы

Варианта l_b , равная размеру отверстий на используемом решете, делит все распределение на I и II группы (рисунок 1): при этом

$N_I = \sum_I n$ – количество зерен первой группы;

$N_{II} = \sum_{II} n$ – количество зерен второй группы.

Из этого следует, что если частота распределения n выражена в процентах, то

$$N_I + N_{II} = N = 100\%. \quad (1)$$

Фактически сквозь отверстия решет проходят не все зерна N_I , а меньшее количество зерен N'_I , и тогда имеем $N'_I < N_I$.

При калибровке семян пшеницы в первую фракцию отойдет не вся первая группа зерен, размер которых меньше или равно размеров отверстий решета, а совокупность, которая характеризуется площадью кривой распределения N'_I . Необходимо отметить, что все рабочие размеры ширины отверстий используемого нами решета строго одинаковы и равны 2,7 мм, что исключает возможность попадания зерен II группы в первую фракцию, кривая распределения N'_I проходит через точку l_b (рисунок 1).

На основании этого запишем:

$N'_I = \sum n'$ – количество зерен I группы, оказавшееся в первой фракции.

$N''_I = \sum n''$ – количество зерен I группы, который сошли сходом с решета и оказались во второй фракции.

Для дальнейших пояснений, обозначим:

$\Phi' = \frac{N'_I}{N}$ – общий выход (относительный);

$\Phi'_I = \frac{N'_I}{N_I}$ – выход I группы в первую фракцию.

Данный показатель является общим фракционным коэффициентом выхода зерен I группы в первую фракцию и связан соотношением:

$$\Phi' = \Phi'_I \frac{N'_I}{N}. \quad (2)$$

Коэффициент Φ'_I , выражает степень выделения I группы в первую фракцию, но не характеризует качество материала, прошедшего в отверстия решета (в первую фракцию), поэтому необходимо ввести еще один показатель \mathcal{E}_I , связанный с качеством:

$$\mathcal{E}_I = \frac{A'_I N'_I}{A_I N_I} = \frac{\sum_I a n'}{\sum_I a n}. \quad (3)$$

где A_I – среднее уклонение от l_b размера зерен, определившихся в I группу;

A'_I – среднее уклонение от l_b размера зерен первой фракции;

a – значения уклонений средней величины каждого класса от варианты $l_b = 2,7$ мм;

n – частота распределения зерен.

Коэффициент \mathcal{E}_I , может служить показателем изменения качества I группы в первой фракции.

Выход материала, сходящего с решета во вторую фракцию, характеризуется коэффициентом:

$$\Phi'' = 1 - \Phi'. \quad (4)$$

Если считать, что все рабочие размеры отверстий решета одинаковые, качество II группы во второй фракции не изменится в худшую сторону, в виду того, что II группа целиком проходит во вторую фракцию, показатель изменения качества II группы во второй фракции будет равен единице, т.е.: $\mathcal{E}_{II} = 1$.

Для того, чтобы выполнить оценку качества всех семян, сходящих с решета (всей второй фракции), необходимо определить среднее уклонение размера A'' всей совокупности второй фракции:

$$A''N'' = A_I''N_I'' + A_{II}''N_{II}'' = (1 - \varepsilon_I)A_I N_I + A_{II}N_{II}, \quad (5)$$

где $(1 - \varepsilon_I)$ – изменение качества первой группы во второй фракции;

$N'' = N_I'' + N_{II}''$ – объем совокупности всей второй фракции.

При этом

$$N'' = \Phi''N = (1 - \Phi')N. \quad (6)$$

Отсюда, среднее уклонение A'' от варианты l_b определится по следующей формуле

$$A'' = \frac{(1 - \varepsilon_I)A_I N_I + A_{II}N_{II}}{(1 - \Phi')N}. \quad (7)$$

Следовательно, качество второй фракции определится средним размером зерен этой фракции

$$l_{cp} = l_b + A''. \quad (8)$$

Рассмотрим порядок решения задачи на основе приведенных выше комментариев. Согласно исходных данных значение характеристики толщины зерен пшеницы: $M_T = 2,92$ мм, $\sigma_T = \pm 0,22$ мм, составим ряд распределения толщины зерен, при этом будем учитывать изменчивость этого размера более широким диапазоном $\pm 3,5\sigma$.

$$l_{\max} = 2,92 + 3,5 \cdot 0,22 = 3,69 \text{ мм},$$

$$l_{\min} = 2,92 - 3,5 \cdot 0,22 = 2,15 \text{ мм}.$$

Отсюда $\Delta l = 7,0 \cdot 0,22 = 1,54$ мм; при классовом промежутке $\lambda = 0,2$ изменчивость толщины зерен охватывается восемью классами. l_{\max} и l_{\min} попадут в первый и восьмой класс соответственно, если границы первого

класса примем 2,1 – 2,3 мм и границы восьмого класса примем 3,5 – 3,7 мм. При таком выборе границ классов варианта l_b , равная рабочему размеру отверстий решета 2,7 мм, расположится непосредственно на границе между третьим и четвертым классом.

Составим таблицу распределения и внесем в нее значения уклонений, a – средней величины каждого класса от варианты $l_b = 2,7$ мм предполагая, что классовый промежуток $\lambda = 1$.

Таблица 1 – Значения a , уклонений средней величины каждого класса от варианты l_b (Пшеница, толщина, классовый промежуток $\lambda = 0,2$ мм)

	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7
a	- 2,5	- 1,5	- 0,5	+ 0,5	+ 1,5	+ 2,5	+ 3,5	+ 4,5	
$n \%$	0,2	2,6	13,1	30,6	32,9	16,5	3,8	0,3	N = 100%
an	- 0,5	- 3,9	- 6,6	+ 15,53	+ 49,3	+ 41,2	+ 13,3	+ 1,4	
I группа					II группа				
$\sum_I an = A_I N_I = -11,0$					$\sum_{II} an = A_{II} N_{II} = +120,7$				
количество зерен $N_I = 15,9\%$					количество зерен $N_{II} = 84,1\%$				

Используя данные таблицы 1, по формуле 7, вычислим среднее уклонение толщины зерен второй фракции:

$$A'' = \frac{1(1-0,6)11+120,7}{(1-0,08)100} = +\frac{117,4}{92} = 1,27.$$

Следовательно, средняя толщина зерен откалиброванной пшеницы составит

$$l_{cp} = 2,7 + 1,27\lambda = 2,95 \text{ мм},$$

так как в действительности классовый промежуток равен 0,2 мм. Таким образом, обработка пшеницы при заданных условиях повысит крупность зерен (толщину) с 2,92 мм до 2,95 мм.

Руководствуясь теоретическими предпосылками на лабораторной установке с трехкратной повторностью были откалиброваны зерна пшеницы с характеристикой толщины исходного материала. В результате калибровки с трехкратной повторностью были получены следующие значения среднего значения толщины:

- результат первого эксперимента равен 2,97 мм;
- результат второго эксперимента равен 2,94 мм;
- результат третьего эксперимента составил 2,95 мм.

Среднее значение по трем экспериментам составил 2,96 мм.

В настоящей работе выполнен теоретический анализ процесса калибровки семян пшеницы, обоснованы параметры отверстий плоского решета с продолговатыми отверстиями. Практическая часть работы проводилась на решетной лабораторной установке, предназначенной для изучения процесса очистки и сортирования семян сельскохозяйственных культур.

В результате проведенных исследований теоретически обоснована и подтверждена экспериментально возможность прогнозирования результатов сортировки и калибровки зерен сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Богус, А. Э. Исследование устройства для удаления остей ячменя / А. Э. Богус, А. И. Тлишев // Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов : Сборник тезисов по материалам II Международной конференции, Краснодар, 30–31 октября 2018 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – С. 65. – EDN TAJTST.
2. ГОСТ Р 58488-2019. Решета пробивные для зерна. Общие технические условия. – Введ. 2019–16–08 – М.: Изд-во Стандартиформ, 2019. – 10 с.
3. Ивашков В. Г. Определение основных параметров вибрационного лотка для поштучной подачи семян в пневматическом сепараторе / В. Г. Ивашков, А. И. Тлишев // Научные труды. Выпуск 357(385). Под общей редакцией академика Россельхозакадемии И. Т. Трубилина. Краснодар. 1997. С. 133-136.
4. Летошнев М. Н. Сельскохозяйственные машины / М. Н. Летошнев. М.–Л. : Госуд. изд-во с.-х. литер., 1955.– 764 с.
5. Патент № 2132754 С1 Российская Федерация, МПК В07В 4/02. устройство для сепарации сыпучей смеси : № 98104612/03 : заявл. 24.02.1998 : опубл. 10.07.1999 /

В. Г. Ивашков, А. И. Тлишев ; заявитель Кубанский государственный аграрный университет. – EDN RNHNXI.

6. Ивашков В.Г. Сепарация семян по массе и плотности. [Текст] / В.Г. Ивашков, А.И. Тлишев // Труды Кубанского ГАУ. Выпуск 348/376. – Краснодар. КубГАУ, 1995.

7. Ивашков В.Г. Сортировка семян по массе. [Текст] / В.Г. Ивашков, А.И. Тлишев // Сахарная свёкла. – 1997, №1, с. 20-21.

8. Ивашков В.Г. Сепаратор для разделения семян по массе. [Текст] / В.Г. Ивашков, А.И. Тлишев // Сахарная свёкла. – 1997, №2, с. 16-17.

9. Ab-centre.ru. Итоги за 2023 год. Посевные площади зерновых и зернобобовых культур в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ab-centre.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

10. Zerno.ru. Итоги за 2023 год. Посевные площади Российской Федерации в 2023 году (весеннего учета) – Росстат [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://zerno.ru/node/23608>, свободный. – Загл. с экрана.

References

1. Bogus, A. E`. Issledovanie ustrojstva dlya udaleniya ostepj yachmenya / A. E`. Bogus, A. I. Tlishev // Institucional`ny`e preobrazovaniya APK Rossii v usloviyax glo-bal`ny`x vy`zovov : Sbornik tezisov po materialam II Mezhdunarodnoj konferencii, Krasnodar, 30–31 oktyabrya 2018 goda / Otv. za vy`pusk A.G. Koshhaev. – Krasnodar: Kuban-skij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni I.T. Trubilina, 2018. – S. 65. – EDN TAJTST.

2. GOST R 58488-2019. Resheta probivny`e dlya zerna. Obshhie texnicheskie usloviya. – Vved. 2019–16–08 – M.: Izd-vo Standartinform, 2019. – 10 s.

3. Ivashkov V. G. Opredelenie osnovny`x parametrov vibracionnogo lotka dlya poshtuchoj podachi semyan v pnevmaticheskom separatore / V. G. Ivashkov, A. I. Tlishev // Nauchny`e trudy`. Vy`pusk 357(385). Pod obshhej redakciej akademika Rossel`hozakademii I. T. Trubilina. Krasnodar. 1997. S. 133-136.

4. Letoshnev M. N. Sel`skoxozyajstvenny`e mashiny` / M. N. Letoshnev. M.–L. : Gosud. izd-vo s.-x. liter., 1955.– 764 s.

5. Patent № 2132754 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK B07B 4/02. ustrojstvo dlya separacii sy`puchej smesi : № 98104612/03 : zayavl. 24.02.1998 : opubl. 10.07.1999 / V. G. Ivashkov, A. I. Tlishev ; zayavitel` Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j uni-versitet. – EDN RNHNXI.

6. Ivashkov V.G. Separaciya semyan po masse i plotnosti. [Tekst] / V.G. Ivashkov, A.I. Tlishev // Trudy` Kubanskogo GAU. Vy`pusk 348/376. – Krasnodar. KubGAU, 1995.

7. Ivashkov V.G. Sortirovka semyan po masse. [Tekst] / V.G. Ivashkov, A.I. Tlishev // Saxarnaya svyokla. – 1997, №1, s. 20-21.

8. Ivashkov V.G. Separator dlya razdeleniya semyan po masse. [Tekst] / V.G. Ivashkov, A.I. Tlishev // Saxarnaya svyokla. – 1997, №2, s. 16-17.

9. Ab-centre.ru. Itogi za 2023 god. Posevny`e ploshhadi zernovy`x i zernobobo-vy`x kul`tur v Rossii [E`lektronny`j resurs]. – Rezhim dostupa : <https://ab-centre.ru/>, svobodny`j. – Zagl. s e`krana.

10. Zerno.ru. Itogi za 2023 god. Posevny`e ploshhadi Rossijskoj Federacii v 2023 godu (vesennego ucheta) – Rosstat [E`lektronny`j resurs]. – Rezhim dostupa : <https://zerno.ru/node/23608>, svobodny`j. – Zagl. s e`krana.