

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛОВЫ В ОЧЕСАННОМ ВОРОХЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Леженкин И. А., аспирант\*

(Таврической государственной агротехнологический университет)

*В статье приводится методика расчета основных статистических характеристик содержания половы в очесанном ворохе озимой пшеницы, а также рассматривается построение статистической модели содержания половы в очесанном ворохе.*

Ключевые слова: половы, очесанных ворох зерновых, среднее значение, среднеквадратическое отклонение, плотность распределения случайных величин, очесывание растений.

Постановка проблемы. На сегодняшний день в Украине содержится 4,5 млн. голов крупного рогатого скота. Содержание такого поголовья требует соответствующей кормовой базы. Как известно половы является ценным кормом. Однако при уборке урожая зерновых комбайновыми агрегатами значительная часть почвы теряется в поле. Исправить данную ситуацию можно при использовании технологии очесывания растений на корню. Очесывающие рабочие органы позволяют сохранять полову при уборке. Несмотря на явные преимущества данной технологии ее широкое внедрение в практику сдерживается из-за отсутствия сепаратора очесанного вороха. Научной основой разработки ворохоочистителя являются исследования фракционного состава очесанного вороха.

Анализ публикаций. Исследования физико-механических свойств приводятся в работе проф. Шабанова [1]. Дальнейшее исследование фракционного состава очесанного вороха приводятся в работах Данченко Н. Н. [2], Повиля В. М. [3], Гончарова Б. И. [4], Голубева И. И. [5]. Физико-механические свойства очесанного вороха риса рассматриваются в работах [6; 7]. Однако в этих работах рассматриваются свойства очесанного вороха риса. Фракционный состав очесанного вороха зерновых колосовых существенным образом отличается от фракционного состава очесанного вороха риса.

Формулирование целей статьи. Определить основные статистические характеристики содержания половы в очесанном ворохе зерновых и построить кривые плотности распределения.

Основная часть. В результате воздействия очесывающих барабанов на соцветия растений получается ворох, состоящий из четырех основных фракций – свободного зерна, соломы, половы и оборванных колосков (рис. 1).

Фракционный состав имеет вероятностную природу, поэтому для описания количественных характеристик компонентов вороха используем теорию

---

\* Научный руководитель – д.т.н., с.н.с. Шацкий В. В.

вероятностей [9].



Рисунок 1 – Очесанный ворох озимой пшеницы

Для нахождения статистических характеристик содержания соломы в очесанном ворохе были проведены исследования в полевых условиях. Сбор информации происходил следующим образом. Уборочная машина проходила зачетный участок 30 м. Затем вынимался брезент, который предварительно расстилался в приемном отделении машины. Ворох высыпался в мерный ящик размером  $0,5 \times 0,5 \times 0,5$  и взвешивался, для определения плотности вороха [8]. Затем из ящика отбиралась и укладывалась в полиэтиленовый мешочек проба, для последующей разборки в лаборатории на составляющие. И таким образом было проведено 50 повторностей и отобрано 50 проб для исследования фракционного состава.

В лаборатории эти пробы разбирались на четыре фракции: свободное зерно, грубые соломистые примеси, солома и оборванные колоски. Каждая фракция взвешивалась и результаты заносились в журнал первичной информации.

В качестве вероятностных оценок содержания каждой фракции были использованы среднеарифметическое значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации, которые были рассчитаны по формулам [9]:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}; \quad \gamma = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100\%, \quad (1)$$

где  $\bar{X}$  – среднее значение;

$\sigma$  – среднеквадратическое отклонение;

$V$  – коэффициент вариации;

$N$  – объем выборки ( $N=50$ ).

Первичные результаты подставляем в формулы (1) и получаем, что среднее значение содержания соломы составляет  $\bar{X} = 8,86\%$ , среднеквадратическое отклонение  $\sigma = 2,1\%$  и коэффициент вариации =  $23,6\%$ . Как видно из полученных результатов солома занимает существенное место в очесанном ворохе зерновых колосовых.

Для определения точности определения среднеарифметического значения была использована следующая методика. Вначале была определена ошибка среднеарифметического [9]:

$$\Delta X = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}. \quad (2)$$

В нашем случае ошибка среднеарифметического составила  $\Delta X = 0,297\%$ . Затем находим показатель точности:

$$W = \frac{\Delta X}{X} \times 100\%. \quad (3)$$

После подстановки в формулу (3) погрешность определения среднеарифметического значения содержания половы в очесанном ворохе озимой пшеницы составила  $W = 3,34\%$ , т.е. мы получили точность, которая удовлетворяет требованию  $W > 5\%$ .

Построим кривую плотности распределения значений содержания половы в очесанном ворохе озимой пшеницы. Для чего определяем величину классового интервала по формуле [9]:

$$\lambda = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{k}, \quad (4)$$

где  $X_{\max}$  – максимальное значение ряда;

$X_{\min}$  – минимальное значение ряда;

$k$  – число класса.

Число классов выбираем согласно рекомендаций [9]  $k = \sqrt{N} = 7$ . После подстановки в формулу [4] получаем  $\lambda = 1,3$ . Определяем частоты из соотношения:

$$P_i = \frac{n}{N}, \quad (5)$$

где  $n$  – количество измерений в классе.

Чтобы исключить влияние величины классового интервала на характер кривой плотности распределения вычисляем отношения  $P_i / \lambda$ . Результаты вычислений приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Частота распределения по классам

Граница классов, %	5,0	6,3	7,6	8,9	10,2	11,5	12,8	14,1
Количество измерений в классе, $n$ ( $\sum n = 50$ )	1	6	11	12	10	8	2	
Частота, $P_i$	0,06	0,2	0,34	0,2	0,10	0,06	0,04	
$P_i / \lambda$	0,046	0,15	0,26	0,15	0,077	0,046	0,03	

Строим экспериментальную кривую плотности распределения содержания половы в очесанном ворохе (рис. 2).

Для построения теоретической кривой плотности распределения значений

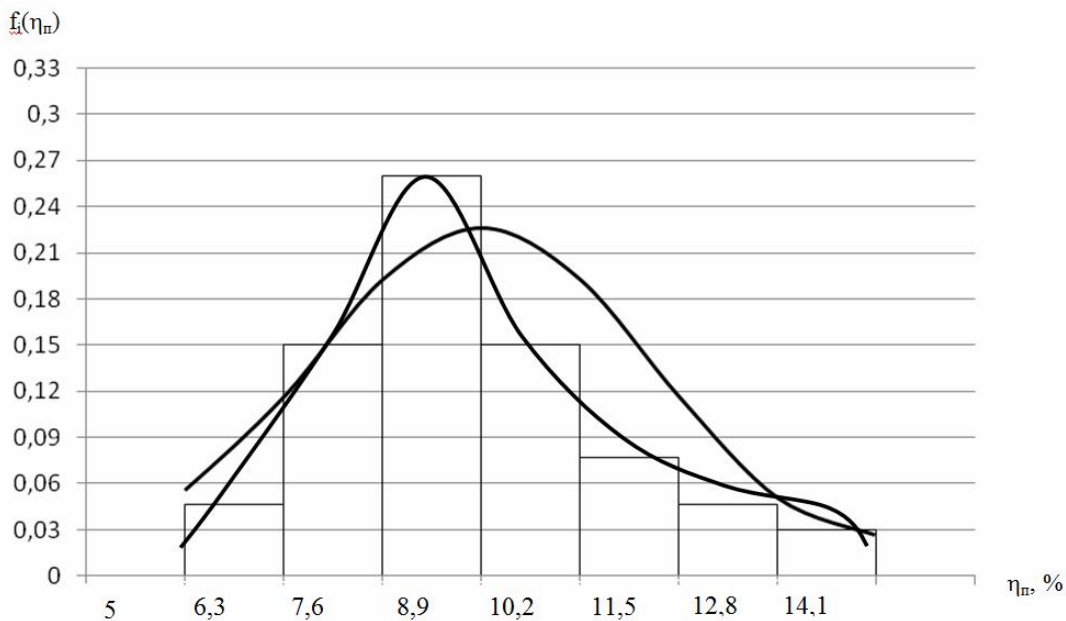


Рисунок 2 – Плотность распределения значений содержания половы в очесанном ворохе озимой пшеницы  
1 – экспериментальная кривая;  
2 – теоретическая кривая.

содержании половы в очесанном ворохе используем выражение [9]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(\bar{X}-X_i)^2}{2\sigma^2}}. \quad (6)$$

Результаты вычисления теоретической кривой плотности распределения приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты вычислений экспоненты

Граница классов	5,0	6,3	7,6	8,9	10,2	11,5	12,8	14,1
$f_i(\eta_n)$	0,034	0,09	0,16	0,19	0,16	0,09	0,03	0,007

По результатам расчетов строим теоретическую кривую плотности распределения значений содержания половы в очесанном ворохе (рис. 2).

Проверку адекватности нормального закона распределения экспериментальных данных используем критерий Пирсона [10].

$$\chi^2_{\text{э}} = \sum_{i=1}^n \frac{[P_i(\eta_n) - f_i(\eta_n)]^2}{f(\lambda_n)}, \quad (7)$$

где  $P_i(\eta_n)$  – частота экспериментального ряда, приходящаяся на классовой промежуток (табл. 1);

$f(\eta_n)$  – точки кривой теоретической плотности распределения.

В результате расчетов получаем, что расчетное значение  $\chi^2_{\text{э}}=0,179$ . Табличное значение  $\chi^2_{\text{т}}=1,145$ .

Таким образом,  $\chi^2_{\text{т}} > \chi^2_{\text{э}}$ , т.е. значения содержания половы в очесанном ворохе озимой пшеницы подчиняются нормальному закону.

Статистическая модель содержания половы в очесанном ворохе озимой пшеницы имеет вид:

$$f(\eta_n) = \frac{1}{5,26} \times e^{-\frac{(8,86-\eta_n)^2}{8,82}}. \quad (9)$$

Выводы:

1. Выявлено, что среднее значение содержания половы в очесанном ворохе озимой пшеницы составило  $\bar{\eta}_n = 8,86\%$ .

2. Проверка точности определения среднеарифметического показала, что погрешность опытов составляет 3,34%, т.е. полученные статистические характеристики достоверны.

3. Установлено, что среднеквадратическое отклонение значений содержания половы в очесанном ворохе равно  $\sigma = 2,1\%$ , при этом коэффициент вариации составил 23,6%.

4. Значения содержания половы в очесанном ворохе озимой пшеницы подчиняются нормальному закону распределения. Проверка по критерию Пирсона указала на то, что полученная статистическая модель адекватна.

### Список литературы

1. Шабанов П. А. Механико-технологические основы обмолота зерновых культур на корню: дис... д-ра техн. наук / П. А. Шабанов; МИМСХ. – Мелитополь, 1988. – 336 с.
2. Данченко Н. Н. Обоснование щеточного устройства для очесывания метелок риса на корню: автореф. дис... канд. техн. наук / Н. Н. Данченко. – Челябинск, 1983. – 15 с.
3. Повиляй В. М. Исследование процесса уборки селекционных посевов риса методом очесывания метелок на корню и обоснование параметров очесывающего устройства: дис... канд. техн. наук / В. М. Повиляй. – Краснодар, 1980. – 165 с.
4. Голубев И. К. Обоснование основных параметров и режимов работы двухбарабанного устройства для очеса риса на корню: дис... канд. техн. наук / И. К. Голубев; ВСХИЗО. – М., 1989. – 201 с.
5. Гончаров Б. И. Исследование рабочего процесса очесывающего устройства для обмолота риса на корню с целью уменьшения потерь зерна: дис... канд. техн. наук / Б. И. Гончаров. – М., 1982. – 217 с.
6. Данченко Н. Н. Особенности физико-механических свойств очесанного вороха риса и технологические требования на его доработку / Н. Н. Данченко, В. Н. Шкиндр // Совершенствование технологических процессов и рабочих органов сельскохозяйственных машин; УСХА. – К., 1989. – С. 63 – 70.
7. Аблогин Н. Н. Обоснование технологической схемы и параметров устройства для сепарации очесанного вороха риса: дис... канд. техн. наук / Н. Н. Аблогин. – Мелитополь, 1997. – 215 с.
8. Леженкин И. А. Статистическая модель плотности очесанного вороха озимой пшеницы // И. А. Леженкин // Конструювання, виробництво та експлуатація

сілськогосподарських машин. – Кіровоград, 2012. – Вип. 42. – Ч. II. – С. 202-207.

9. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М.: Наука, 1981. – 720 с.
10. Вентцель Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М.: Наука, 1962. – 480 с.

## **Анотація**

### **Статистична модель змісту половини в обчісаному воросі озимої пшениці** Леженкін І. О.

*У статті наводиться методика розрахунку основних статистичних характеристик змісту половини в обчісаному воросі озимої пшениці, а також розглядається побудова статистичної моделі змісту половини в обчісаному воросі.*

## **Abstract**

### **Statistical model of the content of chaff in ochesannom pile of winter wheat** I. Lezhenkin

*This article describes the method of calculation of the basic statistical characteristics of the content of the sexes in ochesannom heap of wheat, as well as consider the construction of a statistical model content in ochesannom pile of chaff.*