

УДК 631.354:633.1

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОДЕРЖАНИЯ СОЛОМЫ В ОЧЕСАННОМ ВОРОХЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Леженкин И. А., аспирант*

Таврический государственный агротехнологический университет

тел. (0619) 42-05-70

Аннотация – в статье приводится методика статистической обработки экспериментальных данных определения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы, а также его математическая модель в виде закона распределения.

Ключевые слова – солома, очесанный ворох, плотность распределения случайных величин, статистические характеристики, среднеквадратическое отклонение, математическая модель.

Постановка проблемы. При уборке зерновых культур методом очесывания на корню получается очесанных ворох. Очесанный ворох включает в себя четыре основных компонента – свободное зерно, солому, полову и оборванные колоски. Обработка многокомпонентного материала на серийно выпускаемых машинах невозможна. Выбор и обоснование рабочих органов для сепарации очесанного вороха прямым образом связаны с исследованием фракционного состава очесанного вороха. Поэтому возникает проблема определения статистических характеристик и получение математического описания содержания каждого компонента в очесанном ворохе зерновых культур.

Анализ публикаций. Механико-технологические основы обмолота растений на корню заложены в работе [1]. Результаты изучения физико-механических свойств и фракционного состава очесанного вороха приведены в работах [3, 4, 5, 6]. Однако эти работы посвящены исследова-

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

ниям фракционного состава риса. Очесанных ворох зерновых колосовых культур по своему составу коренным образом отличается от очесанного вороха риса.

Поэтому необходимо определить содержание отдельных компонентов в очесанном ворохе зерновых колосовых культур.

Формулировка целей статьи. Построить математическую модель содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы в виде закона распределения вероятностей и вычислить основные статистические характеристики.

Основная часть. Содержание соломы в очесанном ворохе зерновых культур определялось путем разбора проб, отобранных в полевых условиях. Отобранные пробы в лабораторных условиях разбирались на четыре фракции – сводное зерно, солома, полова и оборванные колоски. Затем каждая фракция взвешивалась и определялось ее процентное содержание в очесанном ворохе. Полученная первичная информация была обработана с использованием методов теории вероятностей [7].

Вначале было определено среднее арифметическое значение содержания соломы в очесанном ворохе по формуле [7]:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}, \quad (1)$$

где \bar{X} – среднее арифметическое значение содержания соломы, %;

X_i – текущие значения содержания соломы;

N – объем выборки (в нашем случае $N = 50$ значений).

В результате расчета среднего арифметического значения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы мы получим $\bar{X} = 33,2\%$.

Для того, чтобы определить величину рассеивания значений содержания соломы в очесанном ворохе находим среднеквадратическое отклонение по формуле [8]:

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

где σ – среднеквадратическое отклонение.

После вычисления по формуле (2) было получено $\sigma = 8,1\%$.

Находим коэффициент вариации содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы, который характеризует относительную характеристику разброса значений случайной величины по формуле [8]:

$$\gamma = \frac{\sigma}{X} \times 100\%, \quad (3)$$

где γ – коэффициент вариации.

Расчет коэффициента вариации показал, что значения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы имеют существенный разброс относительно среднеарифметического.

Определим точность вычисления основных статистических характеристик содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы, для чего найдем абсолютную и относительную ошибки по формулам [9]:

$$\Delta X = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \quad \delta X = \frac{\Delta X}{X} \times 100\%, \quad (4)$$

где ΔX – абсолютная ошибка определения среднего арифметического;

δX – относительная ошибка (показатель точности определения среднего арифметического).

Абсолютная ошибка $\Delta X = 1,15\%$, а относительная ошибка составила $\delta X = 3,45\%$, так как относительная ошибка $\delta X < 5\%$, то можно сделать вывод о достоверности определения среднего арифметического значения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы.

На втором этапе статистической обработки экспериментальных данных найдем распределение значений содержания соломы, т.е. соотношение, которое устанавливает связь между реализациями x_i случайной величины и вероятностями их появления. Для чего вначале вычислим величину классового интервала по формуле [8]:

$$\lambda = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{k}, \quad (5)$$

где X_{\max} – наибольшее значение содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы;

X_{\min} – наименьшее значение содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы;

k – число классов, выбирается согласно рекомендаций [8],

$$k = \sqrt{N} = 7.$$

После подстановки в формулу (5) получаем, что классовой интервал составляет 6%.

Определяем частоты по формуле:

$$P_i = \frac{n}{N}, \quad (6)$$

где P_i – частота;

n – количество значений в классе.

Результаты вычисления частот приведены в таблице 1. Для уменьшения влияния классowego промежутка на характер кривой распределения определяем отношение P_i/λ , т. е. частоту приходящуюся на единицу классowego промежутка.

Таблица 1 – Распределение частот по классам

Граница классов, %	12	18	24	30	36	42	48	54
Количество измерений в классе, n ($\sum n = 5$)	1	4	9	12	13	10	1	
Частота, P_i	0,02	0,08	0,18	0,24	0,26	0,20	0,02	
P_i/λ	0,003	0,013	0,03	0,04	0,043	0,033	0,003	

Используя данные табл. 1 строим экспериментальную кривую плотности распределения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы (рис. 1).

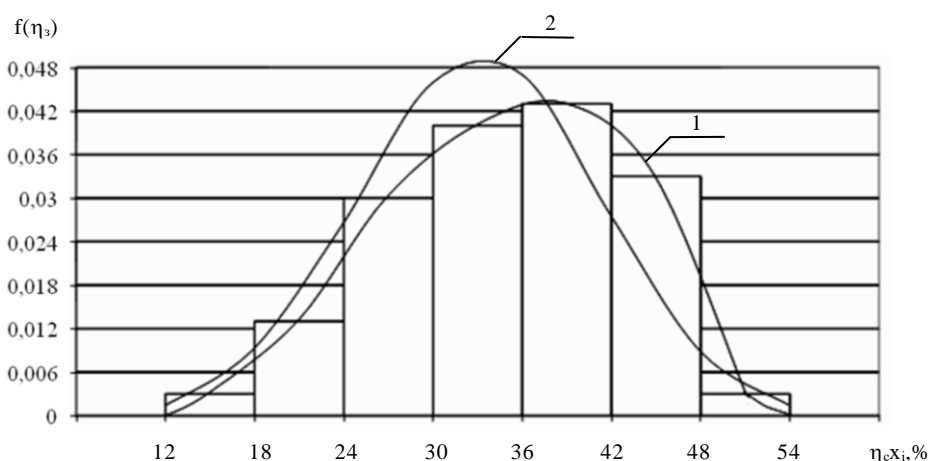


Рис. 1. Плотность распределения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы: 1 – экспериментальная кривая плотности распределения; 2 – теоретическая кривая плотности распределения

Построим теоретическую кривую содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы для чего используем выражение:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(\bar{x}-x_i)^2}{2\sigma^2}}. \quad (7)$$

После подстановки в выражение (7) среднего арифметического значения и среднеквадратического отклонения находим точки теоретической кривой (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты расчетов теоретической кривой плотности распределения содержания соломы

Граница классов, %	12	18	24	30	36	42	48	54
$f(\eta_3)$	0,0016	0,0086	0,026	0,046	0,047	0,028	0,009	0,0018

По расчетным точкам строим теоретическую кривую плотности распределения содержания соломы в очесанном ворохе. Адекватность закона распределения проверяем по критерию Пирсона [7]:

$$\chi^2_{\text{э}} = \sum_{i=1}^n \frac{[P_i(\eta_3) - f_i(\eta_3)]^2}{f(\eta_3)}, \quad (8)$$

где $P_i(\eta_3)$ – частота экспериментального ряда, приходящаяся на классовой промежуток (табл. 1);

$f(\eta_3)$ – точки кривой теоретической кривой плотности распределения (табл. 2).

Расчет адекватности закона распределения по критерию Пирсона показал, что распределение значений содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы подчиняется нормальному закону, $\chi^2_{\text{э}} = 0,011$, $\chi^2_{\text{т}} = 1,145$, следовательно $\chi^2_{\text{т}} > \chi^2_{\text{э}}$.

Математическая модель содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы имеет вид:

$$f(\eta_3) = 0,05 \times e^{-\frac{(35,2-\eta_3)^2}{131}}. \quad (9)$$

Выводы:

1. Среднее значение содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы составляет 33,2%, при этом среднеквадратическое отклонение равно 8,1%, а коэффициент вариации 24,4%.

2. Абсолютная погрешность равна 1,15%, а относительная по-

грешность 3,45%.

3. Математическая модель содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы имеет вид:

$$f(\eta_3) = 0,05 \times e^{-\frac{(33,2-\eta_3)^2}{131}}.$$

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. 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.

3. Данченко Н. Н. Обоснование щеточного устройства для очесывания метелок риса на корню: автореф. дис... канд. техн. наук / Н. Н. Данченко. – Челябинск, 1983. – 15 с.

4. 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.

5. Данченко Н. Н. Особенности физико-механических свойств очесанного вороха риса и технологические требования на его доработку / Н. Н. Данченко, В. Н. Шкиндер // Совершенствование технологических процессов и рабочих органов сельскохозяйственных машин; УСХА. – К., 1989. – С. 63-70.

6. 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.

7. Щукин А. Н. Теория вероятностей и ее применение в инженерно-технических расчетах / А. Н. Щукин. – М.: Советское радио, 1974. – 130 с.

8. Королюк В. С. Справочник по теории вероятностей к математической статистике / В. С. Королюк, Н. И. Портенко, А. В. Скороход, А. Ф. Турбин. – М.: Наука, 1985. – 640 с.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗМІСТУ СОЛОМИ У ОБЧІСАНОМУ ВОРОСІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Леженкін І. О.

Анотація – у статті наводиться методика статистичної обробки експериментальних даних визначення змісту соломи у обчисаному воросі озимої пшениці, а також його математична модель у вигляді закону розподілення.

MATHEMATICAL MODEL OF THE CONTENT OF STRAW IN OCHESANNOM PILE OF WINTER WHEAT

I. Lezhenkin

Abstract – this article describes the method of statistical analysis of experimental data, the determination of co-crowbars in ochesannom pile of winter wheat and its mathematical model in the form of the distribution.