

УДК 631.354:633.1

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОДЕРЖАНИЯ СОЛОМЫ В ОЧЕСАННОМ ВОРОХЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Леженкин И. А., аспирант*

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел.: +38 (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, среднее квадратическое отклонение, математическая модель.

Постановка проблемы. При уборке зерновых культур методом очесывания на корню получается очесанный ворох, в который входят четыре основных компонента – свободное зерно, солому, полу 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 последних 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 исследованиям фракционного состава риса. Очесанный 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.

© аспирант - И.А. Леженкин

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

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, проц.;

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]

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

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 классовый 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 классового промежутка на характер кривой распределения определяем отношение P_i / λ , т.е. частоту приходящуюся на единицу классового промежутка.

Таблиця 1 – Распределение частот по классам

Граница классов, проц.	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 таблицы 1 строим экспериментальную кривую плотности распределения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы (рис. 1).

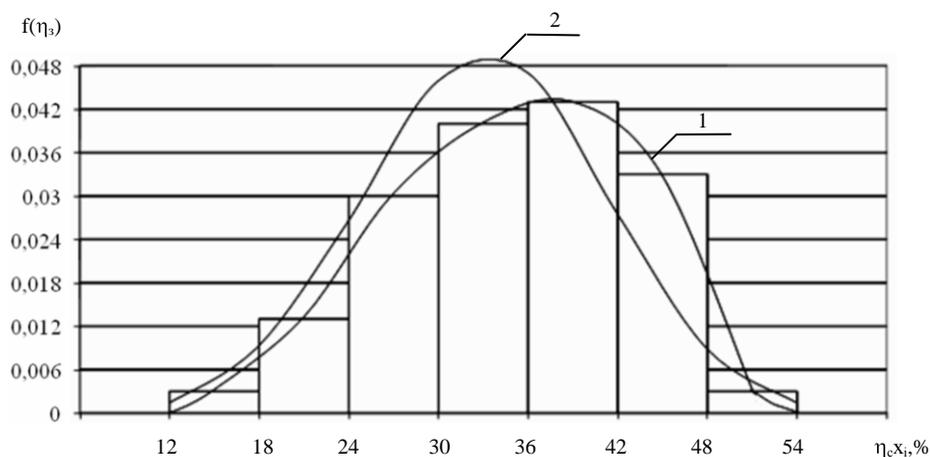


Рис. 1. Плотность распределения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы: 1 – экспериментальная кривая плотности распределения; 2 – теоретическая кривая плотности распределения.

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, проц.	12	18	24	30	36	42	48	54
$f(\eta_x)$	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 $\chi^2_{\text{э}} < \chi^2_{\text{т}}$.

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 погрешность 3,45%.

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

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

Литература.

1. *Шабанов П. А.* Механико-технологические основы обмолота зерновых культур на корню: дис... докт. 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 ВМІСТУ СОЛОМИ В ОБЧІСАНОМУ ВОРОСІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Леженкін І. О.

Анотація

У статті наводиться методика статистичної обробки експериментальних даних визначення вмісту соломи у обчісаному воросі озимої пшениці, а також його математична модель у вигляді закону розподілення.

MATHEMATICAL MODEL OF THE STRAW COMPOSITION IN COMBED PILE OF WINTER WHEAT

I. Lezhenkin

Summary

This article describes the method of statistical analysis of experimental data on the determination of straw composition in combed pile of winter wheat and its mathematical model in the form of the distribution law.