

УДК 631.362.3

МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗЫ О ВИДЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА ПО КРИТЕРИЮ χ^2 (ПИРСОНА)**Саитов В.Е., Суворов А.Н.***ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», Киров, e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru*

Отмечается, что эффективность производства зерна во многом зависит от совершенства технологий и технических средств, обеспечивающих качественную послеуборочную его обработку при наименьших затратах труда и средств, минимальных потерях зерна в отходы. При этом для прогнозирования потерь зерна в процессе работы зерноочистительных машин необходимо моделирование поведения зернового вороха в различных их рабочих органах. Для этого необходимо знание закона распределения компонентов зернового вороха по скоростям $v_{\text{внт}}$ витания. Наиболее распространенным критерием проверки гипотезы о виде закона распределения является критерий χ^2 (Пирсона). Алгоритм проверки данного критерия приводится в данной статье.

Ключевые слова: зерновой ворох, скорость витания частиц, критерий χ^2 (Пирсона), вариационный ряд, полигон частот, выборочная дисперсия, число степеней свободы, закон распределения компонентов зернового материала, число интервалов

METHODS TESTING HYPOTHESES ABOUT THE KIND OF DISTRIBUTION OF THE COMPONENTS OF GRAIN HEAP CRITERION χ^2 (PEARSON)**Saitov V.E., Suvorov A.N.***NIISH North-East, Kirov, e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru*

It is noted that the effectiveness of grain depends on the perfection of technologies and technical means to ensure the quality of his treatment at the lowest cost of labor and resources, minimal loss of grain waste. In this case, for the prediction of grain loss in the process of winnowing machines need to simulate behavior of grain heap in their various working bodies. This requires knowledge of the distribution of the components of grain heap on the coefficient of the sail in the air stream. The most common criterion for testing the hypothesis that the form of the distribution law is the criterion χ^2 (Pearson). Algorithm for checking this criterion is given in this article.

Keywords: grain heap, speed withania particles, criterion χ^2 (Pearson), variation number, frequency polygon, the sample variance, the number of degrees of freedom, the law of distribution of the components of the grain material, the number of intervals

Одной из важных частей национальной безопасности любого государства, России в том числе, является продовольственная самодостаточность, которая зависит от степени развития сельского хозяйства. Важнейшей составляющей сельского хозяйства является производство зерновых культур. Повышение качества зерна во многом зависит от эффективности процессов послеуборочной обработки урожая [1, 2].

Эффективность производства зерна во многом зависит от совершенства технологий и технических средств, обеспечивающих качественную послеуборочную его обработку при наименьших затратах труда и средств, минимальных потерях зерна в отходы. При этом для прогнозирования потерь зерна в процессе работы зерноочистительных машин необходимо моделирование поведения зернового вороха в различных их рабочих органах.

Использование математического моделирования позволяет избежать значительных материальных и временных затрат, необходимых для постановки экспериментов, так как формализация связей между элемен-

тами модели позволяет выявить и устранить многие проблемы, которые могли бы повлиять на ход эксперимента [3, 4, 5, 6].

Алгоритм проверки гипотезы о виде распределения по критерию Пирсона

Для моделирования поведения зернового вороха в различных рабочих органах сельскохозяйственных машин с целью оптимизации их конструктивно-технологических параметров, прогнозирования потерь зерна при работе зерноочистительной машины необходимо знание закона распределения частиц зернового вороха по скоростям $v_{\text{внт}}$ витания. Наиболее распространенным критерием проверки гипотезы о виде закона распределения компонентов зернового вороха является критерий χ^2 (Пирсона). Проверка данного критерия осуществляется по следующему алгоритму:

1. По выборочным данным строится вариационный ряд. Для этого диапазон изменения исследуемой величины, в нашем случае скорости $v_{\text{внт}}$ витания, разбивается на несколько промежутков. Число промежутков чаще определяется произвольно, на-

пример, промежутки одинаковой ширины 1 м/с, либо по формуле Стерджеса [7]

$$m = 1 + 3,322 \ln n, \quad (1)$$

где n – число элементов выборки; m – рекомендуемое число интервалов.

В качестве значения исследуемой величины берутся середины полученных интервалов, а число точек, попавших в соответствующий интервал, обозначается n_i и называется частностью. Причем, справедлива формула

$$\sum_{i=1}^m n_i = n. \quad (2)$$

Если в какой-либо интервал попадает слишком мало значений (в статистике принято считать слишком малым $n_i < 5$), то этот интервал необходимо объединить с одним или несколькими соседними интервалами так, чтобы в итоге каждый интервал содержал достаточное число значений.

2. По вариационному ряду строится полигон частот. По горизонтали откладываются значения величины, по вертикали частоты. Иногда вместо частот откладывают частоты, т.е. отношения n_i/n . Полученные точки соединяются ломаной.

3. По внешнему виду полигона формулируется нулевая гипотеза о виде распределения H_0 .

4. Определяются параметры гипотетического распределения как выборочные оценки. В случае гипотезы о нормальном распределении исследуемой величины в качестве параметров используются выборочное среднее и выборочное среднее квадратичное отклонение, определяемые по формулам [7]:

$$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m a_i n_i, \quad (3)$$

где $\bar{a}$ – среднее значение исследуемой величины; a_i – середина i -го интервала;

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m (a_i - \bar{a})^2 n_i, \quad \sigma = \sqrt{s^2}, \quad (4)$$

где s^2 – выборочная дисперсия; σ – выборочное среднее квадратическое отклонение.

5. Строится теоретическое распределение с найденными параметрами.

6. Определяется различие между теоретическим и эмпирическим законами распределения [7]:

$$\chi^2_{\text{набл.}} = \sum_{i=1}^m \frac{(n_{\text{э}i} - n_{\text{т}i})^2}{n_{\text{т}i}}, \quad (5)$$

где $n_{\text{э}i}$ – эмпирические (теоретические) частности.

7. Оценивается значимость этого различия. Для этого определяется число степеней свободы

$$k = m - r - 1, \quad (6)$$

где k – число степеней свободы; r – число параметров, задающих закон распределения.

Для полученного числа степеней свободы и заранее заданного уровня значимости критерия по таблице находится критическое значение распределения $\chi^2_{\text{крит.}}$. После этого производится оценка. Если $\chi^2_{\text{набл.}} < \chi^2_{\text{крит.}}$, то различие между теоретическим и эмпирическим законом распределения незначимо, т.е. гипотеза H_0 принимается. В противном случае гипотеза H_0 отвергается.

Закключение

С учетом приведенного алгоритма проверки гипотезы о виде распределения по критерию χ^2 (Пирсона) зерновой смеси пшеницы сорта Ирень, состоящей из 97% полноценных зерен основной культуры, 2% щуплых зерен основной культуры и 1% сорных примесей, свидетельствует, что наблюдаемые значения критерия Пирсона $\chi^2_{\text{набл.10}} = 1,7657$, $\chi^2_{\text{набл.20}} = 3,2574$, $\chi^2_{\text{набл.30}} = 0,3891$ меньше их табличных критических значений $\chi^2_{\text{крит.10}} = 3,84$, $\chi^2_{\text{крит.20}} = 7,82$, $\chi^2_{\text{крит.30}} = 3,84$ для уровня значимости 0,05 и 1 степени свободы для полноценного зерна и сорных примесей и 3 степени свободы для щуплого зерна. Поэтому гипотеза о нормальном законе распределения полноценных зерен основной культуры, щуплых зерен основной культуры и сорных примесей принимается.

Полученные полигоны относительных частот компонентов данной зерновой смеси по скорости $v_{\text{внт}}$ витания, их содержание и статистические параметры позволили сократить затраты на проведение экспериментов при создании замкнутого малогабаритного пневматического сепаратора [8] и проектировании зерноочистительных машин [9, 10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка и совершенствование малогабаритных пневмосепараторов с замкнутым циклом воздушного потока / В.Е. Саитов, В.Г. Фарафонов, А.Н. Суворов,

Д.В. Григорьев // Международный журнал экспериментального образования: Материалы XV Всероссийской выставки-презентации учебно-методических изданий из серии «Золотой фонд отечественной науки». – 2012. – № 11. – С. 38-39.

2. Саитов В.Е. Исследование процессов в рабочих органах сепараторов зерна / В.Е. Саитов, В.Г. Фарафонов, А.Н. Суворов // Международный журнал экспериментального образования: Материалы XV Всероссийской выставки-презентации учебно-методических изданий из серии «Золотой фонд отечественной науки». – 2012. – № 11. – С. 39-40.

3. Физико-математическое моделирование процессов разделения зерновых материалов для повышения эффективности функционирования зерно- и семяочистительных машин / В.Е. Саитов, В.Г. Фарафонов, А.Н. Суворов, С.В. Синяков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований: Материалы XIV Всероссийской выставки-презентации учебно-методических изданий из серии «Золотой фонд отечественной науки». – 2012. – № 9. – С. 91-92.

4. Саитов, В.Е. Распределение компонентов зернового материала на решетке пневмоожигающего устройства / В.Е. Саитов, А.Н. Суворов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2011. – № 1. – С. 31-33.

5. Саитов, В.Е. Применение статистического метода к фракционированию легких отходов в осадочной камере /

В.Е. Саитов, В.Г. Фарафонов, А.Н. Суворов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2011. – № 6. – С. 30-33.

6. Саитов, В.Е. Исследование процесса отделения примесей в криволинейном отводном канале жалюзийного воздухоочистителя / В.Е. Саитов, В.Г. Фарафонов, А.Н. Суворов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 1. – С. 3-5.

7. Кремер, Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / Н.Ш. Кремер. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.

8. Саитов, В.Е. Замкнутый малогабаритный пневматический сепаратор для очистки зерна / В.Е. Саитов, Д.В. Григорьев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2012. – № 7. – С. 15-18.

9. Пневмосепарирующее устройство зерноочистительной машины: пат. 2131784 Рос. Федерация: МПК6 В07В 4/02 / Сычугов Н.П., Саитов В.Е., Гатауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 97118588/03; заявл. 04.11.97; опубл. 20.06.99, Бюл. № 17. – 5 с.

10. Пневмосепарирующее устройство зерноочистительной машины: пат. 2150339 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02 / Сычугов Н.П., Саитов В.Е., Гатауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 99105773/13; заявл. 17.03.99; опубл. 10.06.2000 Бюл. № 16. – 5 с.