

УДК 631.362

Влияние исходной засоренности на полноту разделения семенных смесей

Н.В.Бакум, Н.А.Винокуров, Н.Н.Сансай, В.А.Андреянов

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко (Харьков, Украина)

Изложен способ расчета остаточной засоренности семенного материала после последовательной очистки на нескольких рабочих органах с учетом его исходной засоренности.

Ключевые слова: семенная смесь, засоренность, вероятность выделения, очистка.

Постановка задачи. Для мелкосеменных смесей является характерным частичное совпадение значений признаков делимости, что обуславливает лишь частичное отделение семян сорных растений от семян основной культуры [1, 2, 3]. Величина этой части зависит от размера отверстий сепарирующей поверхности рабочего органа зерноочистительной машины и при установленном режиме её работы является величиной постоянной. Содержание же семян сорных растений в поступающей на очистку исходной смеси изменяется, а, следовательно, изменяется и их количество в обработанном семенном материале.

Государственный стандарт [4] устанавливает для каждого вида семян допустимое количество семян сорных растений. Для получения кондиционных семян необходимо изменять размер отверстий сепарирующей поверхности или применять последовательную обработку смеси по нескольким признакам делимости.

Целью работы является выбор значения признака или сочетания значений признаков делимости, позволяющих при различных исходных засоренностях смесей получать максимальное количество семян основной культуры с засоренностью семенами сорных растений допустимой стандартами.

Результаты исследований. Засоренность для одних семян определяется в шт./кг, а для других – в процентах, поэтому задача рассматривается в двух вариантах.

Показателем засоренности семенного материала является коэффициент засоренности, который определяется из отношения количества семян сорных растений к общей массе материала.

Для очищенного материала коэффициент засоренности в шт./кг $\eta_{oc}^{(um)}$ определится из выражения

$$\eta_{oc}^{(um)} = \frac{\sum_{i=1}^N n_{oc_i}}{m_{ок} + \sum_{i=1}^N m_{oc_i}}, \quad (1)$$

где n_{oc_i} – количество семян i -го сорного растения; m_{oc_i} и $m_{ок}$ – масса семян, соответственно i -го сорного и культурного растений, выделенных

в очищенную фракцию; N – количество засорителей семенного материала.

Количество и массу i -го сорного и массу семян основного растения в очищенной фракции после последовательной очистки на k рабочих органах можно определить по известным их содержаниям в исходном материале и вероятностям выделения в очищенную фракцию при определенном значении признака делимости каждого из k рабочих органов:

$$n_{oc_i} = n_{uc_i} \cdot P_{um_1}(c_i) \cdot P_{um_2}(c_i) \dots P_{um_k}(c_i); \quad (2)$$

$$m_{oc_i} = m_{uc_i} \cdot P_{M_1}(k) \cdot P_{M_2}(k) \dots P_{M_k}(k); \quad (3)$$

$$m_{ок} = m_{ук} \cdot P_{M_1}(k) \cdot P_{M_2}(k) \dots P_{M_k}(k); \quad (4)$$

где n_{uc_i} – количество семян i -го сорного растения; m_{uc_i} и $m_{ук}$ – масса семян, соответственно, i -го сорного и культурного растений в исходном материале; $P_{um_1}(c_i)$, $P_{um_2}(c_i)$, $P_{um_k}(c_i)$ и $P_{M_1}(k)$, $P_{M_2}(k)$, $P_{M_k}(k)$ – вероятности выделения количества и массы семян i -го сорного, а $P_{M_1}(k)$, $P_{M_2}(k)$, $P_{M_k}(k)$ – вероятности выделения массы семян культурного растения в очищенную фракцию при одном и том же значении признака делимости, соответственно, для первого, второго, k -го рабочего органа.

С учетом (2-4) выражение (1) примет следующий вид:

$$\eta_{oc}^{(um)} = \frac{\sum_{i=1}^N n_{uc_i} P_{um_1}(c_i) \cdot P_{um_2}(c_i) \dots P_{um_k}(c_i)}{m_{ук} \cdot P_{M_1}(k) \cdot P_{M_2}(k) \dots P_{M_k}(k) + \sum_{i=1}^N m_{uc_i} P_{M_1}(c_i) \cdot P_{M_2}(c_i) \dots P_{M_k}(c_i)} \quad (5)$$

Так как стандартами ограничивается не абсолютные значения количества (n_{uc_i}) и массы (m_{uc_i}) семян i -го сорного и массы семян культурного ($m_{ук}$) растений, а отнесенные к общей массе материала, то для удобства использования зависимости (5) их значения выразим через коэффициенты, соответственно:

$$\eta_{uc_i}^{(um)} = \frac{n_{uc_i}}{M_u}, \text{ шт./кг}; \quad (6)$$

$$\eta_{uc_i}^{(M)} = \frac{m_{uc_i}}{M_u} \cdot 100, \%; \quad (7)$$

$$\eta_{ук}^{(M)} = \frac{m_{ук}}{M_u} \cdot 100, \% \quad (8)$$

где $M_u = m_{ук} + \sum_{i=1}^N m_{uc_i}$.

С учетом (6-8) зависимость (5) примет такой вид:

$$\eta_{ос}^{(ум)} = \frac{\sum_{i=1}^N \eta_{uc_i}^{(ум)} \cdot P_{ум1}(c_i) \cdot P_{ум2}(c_i) \dots P_{умк}(c_i) \cdot 100}{\eta_{ук}^{(M)} \cdot P_{M_1}(k) \cdot P_{M_2}(k) \dots P_{M_k}(k) + \sum_{i=1}^N \eta_{uc_i}^{(M)} \cdot P_{M_1}(c_i) \cdot P_{M_2}(c_i) \dots P_{M_k}(c_i)}, \text{ шт./кг} \quad (9)$$

Второе слагаемое знаменателя выражает массу семян всех сорных растений в одном килограмме очищенной фракции, которая является пренебрежимо малой по сравнению с содержанием семян основной культуры (первое слагаемое знаменателя), поэтому на практике для определения остаточной засоренности материала после очистки можно пользоваться следующей зависимостью:

$$\eta_{ос}^{(ум)} = \frac{\sum_{i=1}^N \eta_{uc_i}^{(ум)} \cdot P_{ум1}(c_i) \cdot P_{ум2}(c_i) \dots P_{умк}(c_i)}{\eta_{ук}^{(M)} \cdot P_{M_1}(k) \cdot P_{M_2}(k) \dots P_{M_k}(k)} \cdot 100, \text{ шт./кг} \quad (10)$$

При засоренности семенного материала семенами одного сорного растения зависимость (10) примет вид:

$$\eta_{ос}^{(ум)} = \frac{\eta_{uc}^{(ум)} \cdot P_{ум1}(c_i) \cdot P_{ум2}(c_i) \dots P_{умк}(c_i)}{\eta_{ук}^{(M)} \cdot P_{M_1}(k) \cdot P_{M_2}(k) \dots P_{M_k}(k)} \cdot 100, \text{ шт./кг.} \quad (11)$$

Если засоренность семенного материала определяется в процентах, то коэффициент засоренности очищенного материала можно представить как отношение суммарной массы засорителей к общей массе семенного материала, то есть:

$$\eta_{ос}^{(M)} = \frac{\sum_{i=1}^N m_{oc_i}}{m_{ок} + \sum_{i=1}^N m_{oc_i}} \cdot 100, \% \quad (12)$$

После аналогичного преобразования выражение (12) для определения величины засоренности очищенного семенного материала в процентах будет иметь следующий вид:

$$\eta_{ос}^{(M)} = \frac{\eta_{uc_i}^{(M)} \cdot P_{M_1}(c_i) \cdot P_{M_2}(c_i) \dots P_{M_k}(c_i) \cdot 100}{\eta_{ук}^{(M)} \cdot P_{M_1}(k) \cdot P_{M_2}(k) \dots P_{M_k}(k) + \sum_{i=1}^N \eta_{uc_i}^{(M)} \cdot P_{M_1}(c_i) \cdot P_{M_2}(c_i) \dots P_{M_k}(c_i)}, \% \quad (13)$$

На практике процентную засоренность очищенного материала можно определить по зависимости:

$$\eta_{ос}^{(M)} = \frac{\sum_{i=1}^N \eta_{uc_i}^{(M)} \cdot P_{M_1}(c_i) \cdot P_{M_2}(c_i) \dots P_{M_k}(c_i)}{\eta_{ук}^{(M)} \cdot P_{M_1}(k) \cdot P_{M_2}(k) \dots P_{M_k}(k)} \cdot 100, \% \quad (14)$$

Поскольку

$$\eta_{ук}^{(M)} = 100 - \sum_{i=1}^N \eta_{uc_i}^{(M)}, \quad (15)$$

то можно записать

$$\eta_{ос}^{(M)} = \frac{\sum_{i=1}^N \eta_{uc_i}^{(M)} \cdot P_{M_1}(c_i) \cdot P_{M_2}(c_i) \dots P_{M_k}(c_i)}{(1 - 0,01 \sum_{i=1}^N \eta_{uc_i}^{(M)}) \cdot P_{M_1}(k) \cdot P_{M_2}(k) \dots P_{M_k}(k)} \cdot 100, \% \quad (16)$$

При засоренности исходного материала семенами только одного сорного растения величину засоренности материала после очистки на

к рабочих органах сеяноочистительных машин можно определить по следующей зависимости:

$$\eta_{ос}^{(M)} = \frac{\eta_{uc}^{(M)} \cdot P_{M_1}(c) \cdot P_{M_2}(c) \dots P_{M_k}(c)}{\left(\frac{1}{\eta_{uc}^{(M)}} - 0,01\right) P_{M_1}(k) \cdot P_{M_2}(k) \dots P_{M_k}(k)}, \% \quad (17)$$

Максимальная погрешность значений коэффициентов засоренности семенного материала после очистки $\Delta\eta_{ос}^{(M)}$ (при вероятностях $P(k) = P(c)=1$) вычисленных по формулам (14, 16, 17) в зависимости от содержания семян сорных растений в исходном материале приведена в табл. 1.

Таблица 1. Расоренность семенного материала

Содержание семян в исходном материале, %		Значение коэффициента $\eta_{ос}^{(M)}$ вычисленное по зависимости, %		$\Delta\eta_{ос}^{(M)}$
Основной культуры	Сорных растений	(13)	(14)	
99,0	1,0	1,0	1,01	0,01
95,0	5,0	5,0	5,26	0,26
90,0	10,0	10,0	11,11	1,11
85,0	15,0	15,0	17,65	2,65
80,0	20,0	20,0	25,00	5,00

Так как при очистке семенных материалов значения вероятности $P(c)$ значительно меньше вероятности $P(k)$, то действительная погрешность $\Delta\eta_{ос}^{(M)}$ будет всегда меньше приведенной в табл. 1.

Для практического использования формул (10,11, 16, 17) необходимо иметь вероятности выделения компонентов семенных смесей в очищенную фракцию на каждом из рабочих органах сеяноочистительных машин во всем диапазоне изменения соответствующих признаков делимости. Их значения на заданном интервале можно определить по следующим зависимостям:

$$P_{ум1}(c_i) = \int_{-\infty(a)}^{a(\infty)} \varphi_{c_{iум}}(x_1) dx_1; \quad (18)$$

$$P_{M_1}(c_i) = \int_{-\infty(a)}^{a(\infty)} \varphi_{c_{iM}}(x_1) dx_1; \quad (19)$$

$$P_{M_1}(k) = \int_{-\infty(a)}^{a(\infty)} \varphi_{kM}(x_1) dx_1, \quad (20)$$

где $\varphi_{kM}(x_1)$ и $\varphi_{c_{iM}}(x_1)$ – функции распределения массовых характеристик семян культурного и i -го сорного растения, а $\varphi_{c_{iум}}(x_1)$ функция распределения штучных характеристик i -го сорного растения по параметру x_1 , являющегося признаком делимости на первом рабочем органе сеяноочистительной машины; a – граница интервала интегрирования, которая выбирается равной существующим значениям параметров соответствующих рабочих органов сеяноочистительных машин.

Пределы интегрирования функций в выражениях (18-20) даны для случая, когда нисходящая ветвь функции распределения семян основной культуры частично перекрывается восходящими ветвями функций распределения засорителей; для случая перекрытия нисходящей ветви функций распределения засорителей восходящей ветвью функции распределения основной культуры пределы интегрирования указаны в скобках.

С учетом (18-20) зависимости для определения засоренности очищенного семенного материала принимают вид:

$$\eta_{\text{ос}}^{(\text{шт})} = \frac{100 \sum_{i=1}^N \eta_{\text{ис}i}^{(\text{шт})} \times \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{кМ}}(x_1) dx_1 \times \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_1) dx_1 \times \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{кМ}}(x_2) dx_2 \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{кМ}}(x_k) dx_k + \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_2) dx_2 \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_k) dx_k}{\eta_{\text{нк}}^{(\text{шт})} \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{кМ}}(x_1) dx_1 \cdot \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{кМ}}(x_2) dx_2 \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_1) dx_1 \times \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_k) dx_k} \times \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_2) dx_2 \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_k) dx_k, \quad \text{шт./кг. (21)}$$

$$\eta_{\text{ос}}^{(\text{м})} = \frac{100 \sum_{i=1}^N \eta_{\text{ис}i}^{(\text{м})} \times \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{кМ}}(x_1) dx_1 \cdot \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{кМ}}(x_2) dx_2 \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_1) dx_1 \times \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_k) dx_k + \int_{-\infty}^{b(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_2) dx_2 \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_2) dx_2 \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_k) dx_k}{\eta_{\text{нк}}^{(\text{м})} \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{кМ}}(x_1) dx_1 \cdot \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{кМ}}(x_2) dx_2 \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_1) dx_1 \times \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_k) dx_k} \times \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_2) dx_2 \dots \int_{-\infty}^{a(\infty)} \varphi_{\text{с}_{\text{шт}}} (x_k) dx_k, \quad \% (22)$$

Выводы.

Для определения засоренности семенами сорных растений материала очищенного путем последовательной обработки на k рабочих органах необходимо иметь плотности распределений вероятностей значений компонентов смеси по соответствующим признакам и установить пределы их интегрирования.

Список использованной литературы

1. Заика П.М. Исследование вариационных кривых распределения размерных характеристик семян перед их доочисткой на виброрешетах / П.М.Заика, А.Я.Полиссский, Н.В.Бакум // Сб. н. тр. МИИСП. – М., 1981. – С. 3-8.

2. Соловьев В.М. Определение закономерностей изменчивости физико-механических свойств компонентов семенных смесей с помощью ЭВМ / В.М.Соловьев, Ю.И.Баженов, Ю.Н.Сухарев // Сборник научных трудов МИИСП: Сельскохозяйственные машины. – М., 1973, Т. X, вып. I, ч. 1. – С.77-82.

3. Соловьев В.М. Закономерности изменчивости физико-механических свойств семян овощных культур и сопутствующих им сорняков / В.М.Соловьев, В.Н.Сорокин, В.П.Виноградов // Сборник научных трудов МИИСП: Сельскохозяйственные машины. – М., 1974. Т. XI, вып. I, ч. 1. – С.107-111.

4. ДСТУ 2240-93. Насіння сільського сподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 1994. – 73 с.

Анотація

Вплив вихідної засміченості на повноту розділення насіннєвих сумішей

М.В.Бакум, М.О.Винокуров, Н.М.Сансай, В.А.Андриянов

Викладений спосіб розрахунку залишкової засміченості насіннєвого матеріалу після послідовного очищення на декількох робочих органах з врахуванням його вихідної засміченості.

Ключові слова: насіннєва суміш, засміченість, ймовірність виділення, очищення.

Abstract

Effect of original impurity on completeness of seed mixtures separation

M.Bakum, N.Vinokurov, N.Sunsuy, V.Andriyanov

The method of calculating the residual impurity of seed after consistent treatment at several operating organs with regard to its original impurity has been discussed.

Keywords: seed mixture, contamination, separation probability, purification.

Представлено: Л.Н.Тищенко / Presented by: L.Tishchenko

Рецензент: С.А.Харченко / Reviewer: S.Kharchenko

Подано до редакції / Received: 19.09.2013