

УДК 664.726.9

# ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН РАПСА

**И.Н. Шило,**

*ректор БГАТУ, докт. техн. наук, профессор*

**В.М. Поздняков,**

*проректор по учебной и воспитательной работе БГАТУ, канд. техн. наук, доцент*

**С.А. Зеленко,**

*ассистент каф. технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции БГАТУ*

**Я.Э. Пилюк,**

*зав. отделом масличных культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
канд. с.-х. наук*

*В статье представлены результаты исследования процесса сортирования семян рапса по плотности на разработанном сепараторе вибропневматического принципа действия. На основании проведенных полевых опытов установлено, что сортирование семян рапса сорта «Неман» на этапе предпосевной подготовки с применением разработанного вибропневматического сепаратора позволило увеличить урожайность с 26,8 ц/га до 30,4 ц/га при повышении содержания масла в маслосеменах на 2,2 %, а также стабилизации содержания глюкозинолатов.*

*Ключевые слова: вибропневматический сепаратор, сортирование, семена, псевдооживленный слой.*

*The article presents the results of the research process of sorting rapeseed according to density on the designed separator of pneumatic vibration principle of action. On the basis of field experiments, it was established that the sorting of rapeseed seeds of the Neman variety at the stage of preseeding preparation with the use of a developed vibro-pneumatic separator led to the increase of the yield from 26.8 centners per hectare to 30.4 centners per hectare with an increase in the oil content in oilseeds by 2,2%, as well as stabilization of glucosinolate content.*

*Keywords: gravity separator's, assort, seeds density, rapeseed, fluidized bed.*

### Введение

Наращивание в республике мощностей перерабатывающих предприятий обусловило необходимость увеличения объемов производства технических сельскохозяйственных растений. Согласно Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы, производство маслосемян рапса в 2020 году должно составить 820 тыс. т, льноволокна – 55 тыс. т, при обеспечении повышения урожайности рапса до 20,5 ц с гектара, льноволокна – до 11 ц с гектара. Выполнение прогнозных показателей возможно только при условии строгого соблюдения технологии возделывания сельскохозяйственных культур и обеспечении качества используемых для посева семян.

Повышение качества семенного материала является одним из ключевых вопросов в семеноводстве. Проведенные авторами исследования, а также анализ зарубежных литературных источников показали, что посевные качества семян во многом определяются их

плотностью [1-4]. Чем выше плотность, тем выше содержание в семени протеина, который влияет на энергию прорастания, а также крахмала, расщепление которого обеспечивает питание зародыша в процессе прорастания семени. Наиболее эффективным способом повышения качества семенного материала на стадии предпосевной подготовки является сортирование семян по плотности в псевдооживленном слое на установках вибропневматического принципа действия. По данным проведенных исследований, использование вибропневматического сепарирования для выделения семян с высокой плотностью позволяет в зависимости от исходного качества семенного материала увеличить потенциал продуктивности семян на 10-25 % [5, 6].

### Основная часть

Анализ технологического оборудования для подготовки семенного материала показал, что в настоящее время в Республике Беларусь не существует серийно выпускающегося технологического оборудования,

позволяющего производить разделение семян технических культур (рапса, льна и др.) по плотности и обеспечивающего возможность выделения полноценного посевного материала с высокой точностью [7]. Поэтому разработка конструкции новой отечественной машины, позволяющей разделять семенную массу по плотности, с целью выделения семян с высоким потенциалом урожайности, является актуальной научно-технической задачей, решение которой позволит обеспечить республику высококачественными посевными семенами, и, соответственно, позволит повысить урожайность возделываемых культур.

На основании проведенных исследований разработан и изготовлен экспериментальный образец вибропневматического сепаратора с прямоточным разделением фракций для сортирования семян рапса по плотности. Общий вид вибропневматического сепаратора представлен на рисунке 1. Новизна технических решений подтверждена тремя патентами на изобретение Республики Беларусь.

В конструкции прямоточного вибропневматического сепаратора реализованы следующие технические решения:

- прямоугольная сетчатая дека с продольным углом наклона, что позволило снизить металлоемкость и удельную энергоемкость вибропневматического сепаратора;

- система отбойных и отражающих пластин, что обеспечило высокую эффективность сортирования семян по плотности;

- система тонкой настройки циркуляционных воздушных потоков, что обеспечило равномерное псевдооживление семян по всей площади рабочей камеры;

- дополнительный выходной патрубков для семян более плотной фракции, что обеспечило возможность сортирования семян с незначительным различием плотностей;

- возможность эксплуатации в режиме рециркуляции воздушного потока, что обеспечило улучшение санитарно-гигиенических условий труда обслуживающего персонала и снижение удельной энергоемкости процесса;

- возможность изменения ширины рабочего канала на деке, что позволило использовать прямоточный вибропневмати-



Рис. 1. Общий вид прямоточного вибропневматического сепаратора:

1 – бункер; 2 – приемный патрубок; 3 – конфузор; 4 – рабочая камера; 5 – сетчатая дека; 6 – виброопоры; 7 – электровибратор; 8, 9, 10 – выходные патрубки для средней, более плотной и менее плотной фракций; 11 – шибберные заслонки; 12 – смотровое окно; 13 – вертикальная стойка; 14 – вентилятор ВР 120-28

ческий сепаратор для обработки партий семян от 15 кг.

Технические характеристики разработанного прямоточного вибропневматического сепаратора представлены в таблице 1.

С целью оценки эффективности применения прямоточного вибропневматического сепаратора для повышения посевных качеств, на этапе предпосевной подготовки семян проводились сравнительные полевые опыты, которые были заложены на опытном поле РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» в 2017 г.

Для исследований применялись семена ярового

**Таблица 1. Технические характеристики разработанного прямоточного вибропневматического сепаратора**

Наименование параметра	Значение
Производительность удельная, кг/ч·см, до	15
Площадь ситовой поверхности, м <sup>2</sup>	0,22
Диапазон регулировки угла наклона деки, град	2-6
Амплитуда колебаний деки, мм	2,5-3
Частота колебаний деки, Гц	13-28
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	1,5-4,5
Количество фракций на выходе	3
Скорость воздушного потока в рабочей камере, м/с	0,75-1,5
Установленная мощность привода электровибраторов, кВт	2×0,18
Установленная мощность привода вентилятора, кВт	5,5
Масса, кг	130

рапса сорта «Неман», прошедшие обработку на прямо-точном вибропневматическом сепараторе. Предварительно, с использованием современных пакетов программ обработки экспериментальных данных STATISTICA 7 и STATGRAPHICS Centurion XVI.I, для семян рапса определены рациональные параметры работы разработанного вибропневматического сепаратора, обеспечивающие максимальный коэффициент изменения массы и наибольшую производительность:

- амплитуда колебания деки – 2,4-2,85 мм;
- частота колебания деки – 19,5 Гц;
- скорость воздушного потока – 1,2 м/с;
- угол наклона деки – 3,0-3,5 град.

Данные режимно-конструктивные параметры работы вибропневматического сепаратора рекомендованы для использования при подготовке семян рапса с целью выделения семян с высоким потенциалом урожайности [6].

Оценка эффективности применения разработанного прямоточного вибропневматического сепаратора для предпосевной подготовки семян рапса проводилась в следующих условиях: почва опытного участка дерново-подзолистая, легко-суглинистая; содержание гумуса – 2,14 %; кислотность почвы – 5,92. Предшественник – многолетние злаковые травы. Обработка почвы состояла из зяблевой вспашки на глубину 18-20 см, ранневесенней культивации, предпосевной обработки АКШ-3,6. Минеральные удобрения P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> вносили под вспашку, азот – весной под предпосевную культивацию в дозе 150 кг/га. Срок посева ярового рапса – 6 мая 2017 г. Норма высева семян – 1,5 млн всхожих семян на гектар. Уход за посевами заключался в следующем: после посева до всходов ярового рапса вносили гербицид Пронит (3,0 л/га). С целью борьбы с вредителями рапса проводили опрыскивание посевов инсектицидами: Фастак (0,15 л/га) – 24.05.2017; Маврик (0,25 л/га) – 17.06.2017; Биская (0,3 л/га) – 29.06.2017 с расходом рабочей жидкости 200 л/га.

В ходе исследований установлено, что посев ярового рапса сорта «Неман» семенами, прошедшими сортирование по плотности в псевдооживленном слое на прямоточном вибропневматическом сепараторе, способствовал повышению урожайности маслосемян культуры в условиях 2017 года на 3,6 ц/га или 13,4 % по сравнению с семенами без обработки. Данные, полученные в ходе исследования, представлены в таблице 2.

Результаты наблюдения за элементами архитектуры представлены в таблице 3.

Из данных, представленных в таблице 3, видно, что использование прямоточного вибропневматического сепаратора для подготовки семян ярового рапса оказывает стимулирующее действие на элементы архитектуры растений, по сравнению с контрольным вариантом, т.е. семенами без сортирования по плотности на прямоточном вибропневматическом сепараторе:

- диаметр корневой шейки увеличился на 7,0 %;
- длина корня – на 8,3 %;
- число боковых ветвей – на 9,1 %.

Применение прямоточного сепаратора при подготовке семян рапса к посеву также положительно влияет на биометрические параметры полученной структуры урожая. Биометрические параметры структуры урожая ярового рапса представлены в таблице 4.

Данные, представленные в таблице 4, показывают, что элементы структуры урожая, полученного из семян, прошедших сортирование по плотности на вибропневматическом сепараторе, имеют улучшенные характеристики, по сравнению с контрольным вариантом (без сортирования):

- число стручков на центральной кисти возросло на 6,9 %;
- на боковых ветвях – на 12,9 %;
- всего на растении – на 12,0 %;
- семян в стручке – на 4,0 %;
- масса 1000 семян увеличилась на 1,8 %.

**Таблица 2. Хозяйственная эффективность применения прямоточного вибропневматического сепаратора при подготовке семян ярового рапса для посева**

Вариант	Норма высева семян, млн /га	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
			ц/га	%
Контроль (семена без сортирования)	1,5	26,8	–	–
Семена после сортирования	1,5	30,4	3,6	13,4
НСР 0,95		1,56		

**Таблица 3. Показатели архитектуры растений семян рапса после применения прямоточного вибропневматического сепаратора**

Вариант	Норма высева семян, млн/га	Высота, см		Длина корня, см	Диаметр корневой шейки, см	Число боковых ветвей, шт.
		растения	ветвления			
Контроль (семена без сортирования)	1,5	126	27,2	13,2	0,86	5,5
Семена после сортирования	1,5	130	27,8	14,3	0,92	6,0
НСР 0,95		8,5	2,8	0,9	0,38	0,15

**Таблица 4. Биометрические параметры структуры урожая ярового рапса после применения прямоточного вибропневматического сепаратора**

Вариант	Норма высева семян, млн/га	Число стручков, шт.			Число семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г.
		центральная кисть	боковые ветви	всего на растении		
Контроль (семена без сортирования)	1,5	29	163	192	22,6	4,40
Семена после сортирования	1,5	31	184	215	23,5	4,48
НСР 0,95		1,8	9Д	12,5	0,8	0,15

Стоит отметить, что посев рапса семенами, прошедшими сортирование по плотности на вибропневматическом сепараторе, оказывает положительное влияние и на биохимический состав маслосемян. Данные по биохимическому составу маслосемян представлены в таблице 5.

По данным, представленным в таблице 5, видно, что применение прямоточного вибропневмосепаратора на этапе предпосевной подготовки семян ярового рапса к посеву, положительно влияет не только на развитие самого растения, но и на качество полученных маслосемян, а именно: наблюдается повышенное содержание масла в маслосеменах на 2,2 %, а также стабильное содержание глюкозинолатов.

Анализ результатов, полученных в ходе исследований, показал, что сортирование семян ярового рапса

**Таблица 5. Биохимический состав маслосемян, полученных от растений, выращенных из семян после сортирования по плотности**

Вариант	Норма высева семян, млн/га	Содержание, %		
		жир	белок	глюкозинолаты
Контроль (семена без сортирования)	1,5	40,7	25,4	0,72
Семена после сортирования	1,5	41,6	24,1	0,71
НСР 0,95		0,2	0,1	0,03

на прямоточном вибропневматическом сепараторе на этапе предпосевной подготовки семян приводит не только к увеличению урожайности маслосемян, но и положительно влияет на показатели архитектоники растений, биометрические параметры структуры урожая и биохимический состав маслосемян. Расчетный экономический эффект от использования прямоточного вибропневматического сепаратора для сортирования семян рапса по плотности на стадии предпосевной подготовки составляет 269,5 руб./га в ценах 2017 г.

#### **Заключение**

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что вибропневматическое сортирование семян рапса по плотности на этапе предпосевной подготовки обеспечивает получение высококачественного семенного материала.

Проведение полевых опытов показало, что сортирование семян рапса сорта «Неман» на этапе пред-

посевной подготовки с применением разработанного вибропневматического сепаратора позволило увеличить урожайность с 26,8 ц/га до 30,4 ц/га при повышении содержания масла в маслосеменах на 2,2 %, а также стабилизации содержания глюкозинолатов.

Результаты исследований представляют интерес для сельскохозяйственных предприятий и научных организаций, связанных с подготовкой семян рапса и других сельскохозяйственных культур.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Фадеев, Л.В. Отборные семена – на каждое поле. Первый этап получения отборных семян / Л.В. Фадеев // Хлебопродукты. – 2014. – № 5. – С. 31-33.
2. Фадеев, Л.В. Без пневмовибрострела нельзя получить сильные семена / Л.В. Фадеев // Хлебопродукты. – 2013. – № 8. – С. 24-27.
3. Moshatati, A. Effect of grain weight on germination and seed vigor of wheat / A. Moshatati, M. H. Gharineh // Intl J Agri Crop Sci. – 2012. – Vol. 4. – № 8. – P. 458-460.
4. Umarani, R. The effect of specific gravity separation on germination and biochemical potential of Casuarina equisetifolia seeds / R. Umarani, K. Vanangamudi // Journal of Tropical Forest Science. – 2002. – P. 207-212.
5. Поздняков, В.М. Повышение эффективности подготовки семенного материала на основе совершенствования конструкции сепаратора вибропневматического принципа действия / В.М. Поздняков, С.А. Зеленко, А.И. Ермаков // Вестник БГСХА. – 2014. – № 1. – С. 163-167.
6. Pozdniakov, V.M. The experimental research sorting canola on gravity separator's / V.M. Pozdniakov, S.A. Zelenko, P.I. Pavlykevich, E.Z. Mateyev // The journal of Almaty technological university. – 2017. – № 2. – С. 76-83.
7. Поздняков, В.М. Перспективы развития специализированного зерноочистительного оборудования / В.М. Поздняков, А.В. Иванов, А.И. Ермаков // Вестник МГУП. – 2009. – № 2 (7). – С. 85-90.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 31.01.2018