

# Разработка воздушного сепаратора для семян овощных культур

## Elaboration of air separator for vegetable seeds

Янченко А.В., Азопков М.И., Голубович В.С., Янченко Е.В.

Yanchenko A.V., Azopkov M.I., Golubovich V.S., Yanchenko E.V.

### Аннотация

### Abstract

Воздушно-решетные машины играют ключевую роль в процессе очистки семян. Они отделяют большую часть легких примесей, мелкого сора и некачественных семян. После очистки на решетках семенной ворох обрабатывается вертикальным воздушным потоком в канале после решетчатой очистки. Этот канал удаляет часть легких примесей. Технологический процесс очистки семенного вороха может быть оборудован устройствами дополнительной доработки семян, такими как пневмостолы и воздушные сепараторы. Это улучшает отделение легких и тяжелых примесей, обеспечивая высокое качество очистки семян, соответствующее ГОСТ для каждой культуры. Вертикальный воздушный сепаратор используется для разделения различных материалов на основе их плотности и размера. Он работает путем подачи материала в виде смеси с воздухом через систему воздушного канала. Более тяжелые семена оседают вниз, в то время как легкие частицы уносятся воздушным потоком. Вертикальные воздушные сепараторы имеют высокую эффективность сепарации, низкое энергопотребление, простоту конструкции и обслуживания, а также компактность и малый вес. Семена овощных культур дорабатывали на опытном образце воздушного сепаратора, разработанного в ФГБНУ ФНЦО при различных настройках скорости потока воздуха. Установлено, что доработка семян на воздушном сепараторе повышает их энергию прорастания и всхожесть за счет удаления из семенного вороха легковесных слаборазвитых семян. Всхожесть семян арбуза от доработки увеличилась на 2–5% к исходной всхожести, в зависимости от выбора режима подачи воздушного потока и скорости воздуха, семян дыни Эфиопка – на 5–10%, огурца F<sub>1</sub> Форсаж – на 4–9%, перца сладкого F<sub>1</sub> Император – на 3%. Увеличение скорости воздушного потока в норрии способствует увеличению удаления легковесных семян с потоком воздуха. Воздушный сепаратор разделяет семена по их размерам и весу. Это помогает отделить хорошие семена от плохих и удалить другие легкие примеси.

Air-sieve machines play a key role in the seed cleaning process. They separate most of the light impurities, fine litter and low-quality seeds. After cleaning on the grates, the seed heap is processed by a vertical air flow in the channel after sieve cleaning. This channel removes some of the light impurities. The technological process of cleaning the seed pile can be equipped with additional seed refinement devices, such as pneumatic stands and air separators. This improves the separation of light and heavy impurities, ensuring a high quality of seed cleaning, corresponding to GOST for each crop. Vertical air separator is used to separate different materials based on their density and size. It works by feeding the material in the form of a mixture with air through an air duct system. The heavier seeds settle down, while the lighter particles are carried away by the airflow. Vertical air separators have high separation efficiency, low energy consumption, simplicity of design and maintenance, as well as compactness and low weight. Tomato and eggplant seeds were refined on a prototype of an air separator developed at the FSBSI FSVC at various settings of the air flow rate. It was found that the refinement of tomato and eggplant seeds on an air separator increases the germination energy and germination of seeds by removing lightweight underdeveloped seeds from the seed pile. The germination of watermelon seeds from refinement increased by 2–5% to the initial germination, depending on the choice of the air flow mode and air velocity. Efiopka melon seeds – by 5–10%, cucumber F<sub>1</sub> Forsazh – by 4–9%, sweet pepper F<sub>1</sub> Imperator – by 3%. An increase in the air flow velocity in the burrow contributes to an increase in the removal of lightweight seeds with the air flow. The air separator separates the seeds according to their size and weight. This helps to separate the good seeds from the bad ones and remove other light impurities.

**Key words:** vegetable crops, seeds, pre-sowing preparation, sowing qualities of seeds, germination.

**For citing:** Elaboration of air separator for vegetable seeds. A.V. Yanchenko, M.I. Azopkov, V.S. Golubovich, E.V. Yanchenko. Potato and vegetables. 2023. No10. Pp. 37–40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.39.10.005> (In Russ.).

**Ключевые слова:** овощные культуры, семена, предпосевная подготовка, посевные качества семян, всхожесть.

**Для цитирования:** Разработка воздушного сепаратора для семян овощных культур / А.В. Янченко, М.И. Азопков, В.С. Голубович, Е.В. Янченко // Картофель и овощи. 2023. №10. С. 37–40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.39.10.005>

В современных условиях рыночной экономики качество продукции является определяющим фактором эффективности производства овощных культур. Для большинства овощных культур приоритетом производства отдает выравненности стандартной продукции, их размеру и лежкости в период хранения. Именно потребительская привлекательность движет производство овощной продукции на применение

современных технологий. Качество получаемой продукции на прямую зависит от качества семян и интенсивности применяемых современных технологий производства.

Использование сеялок точного посева как технологического элемента в современных технологиях производства овощных культур позволяет равномерно распределять посевной материал на заданную густоту под заданную схему.

Сеялки точного посева предъявляют высокие требования к посевному материалу. По чистоте и всхожести при использовании сеялок точного посева посевные качества семян зачастую должны быть выше на порядок требований, которые предъявляют к семенам ГОСТ 32592–2013 «Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортные и посевные качества»

В современных условиях, когда решения принимаются путем введения рядом западных стран односторонних санкций, очень важное значение приобретает получение высококачественных отечественных семян овощных культур.

Помимо непосредственно технологической разработки производства семян овощных культур, сегодня остро стоит вопрос в доработке полученного семенного вороха до требований, которые предъявляют технологические процессы производства продукции. Особая роль доработки семян на рынке профессиональных семян, так как выбор профессионалов очень зависит от посевных качеств семян.

Воздушно-решетные машины играют ключевую роль в процессе очистки семян. Это универсальные машины очистки, которые отделяют большую часть легких примесей, мелкого сора и некачественных семян. После очистки на решетках семенной ворох снова обрабатывается вертикальным воздушным потоком в канале послерешетной очистки, который удаляет оставшиеся легкие примеси и часть биологически некачественных семян. Вертикальное расположение канала послерешетной аспирации позволяет равномерно распределить семенной материал в воздушном потоке, снижая тем самым нагрузку на аспирационное оборудование дополнительной очистки семян. Технологический процесс очистки семенного вороха может быть дополнительно оборудован устройствами, такими, как пневмостолы, воздушные сепараторы для улучшения отделения легких и тяжелых примесей, обеспечивая таким образом высокое качество очистки, соответствующее ГОСТу для каждой культуры [1].

Наиболее распространенный способ повышения посевных качеств семян – калибровка, при которой отсеиваются выравненные по размеру семян. Однако калибровка не всегда может дать положительный эффект

на посевные показатели качества семян. Основная причина в том, что зачастую пустотелые, щуплые семена имеют одинаковый размер с хорошо сформированными семенами. Такие семена частично удаляются аспирационными вертикальными каналами ветрорешетных машин. Для удаления из вороха семян пылевидных частиц и частиц более легкой фракции необходимо применение воздушных сепараторов (пневмоколонок), которые имеют более тонкие настройки [2].

В зависимости от того, как воздушный поток взаимодействует с материалом, который нужно разделить, выделяют четыре основных типа сепарации: горизонтальная, наклонная, вертикальная и противоточная. Преимущество горизонтальных и наклонных воздушных потоков в том, что направление силы тяжести и аэродинамической силы в них не совпадает, поэтому подача материала осуществляется проще: с помощью транспортеров, бункеров. Сила тяжести облегчает попадание частиц материала в поток воздуха и их разделение. Каждая частица следует по относительно простой траектории в потоке воздуха, сталкиваясь с меньшим числом частиц, чем в вертикальном канале [3].

Однако в сепараторах с вертикальным воздушным потоком разделение происходит в канале большой высоты. В результате в вертикальных воздушных каналах материал подвергается более продолжительному воздействию воздушного потока, и частицы могут занимать различные положения, что снижает влияние случайного начального положения частицы в потоке. Это делает процесс разделения менее подверженным случайности и повышает стабильность разделения. На процесс разделения в вертикальных и горизонтальных воздушных каналах оказывают значительное влияние физико-механические свойства зернового ма-

териала, которые могут сильно варьироваться в зависимости от культуры, влажности и самой технологической операции [4].

В.Н. Хитрово, изучая свойства семян растений, ввел в семеноводство термин «парусность семян», определяемый как отношение площади наибольшего сечения семени к его массе. Этот показатель, по его мнению, отражает способность семени перемещаться под действием ветра при сортировке. Однако он отметил, что парусность не всегда является надежным показателем, поскольку ориентация семени относительно воздушного потока может существенно влиять на его способность перемещаться.

Если поместить семя в канал с однородным воздушным потоком, оно будет испытывать воздействие двух сил: подъемную силу за счет давления воздушного потока и силу тяжести. В зависимости от их соотношения, семя будет подниматься вверх, опускаться вниз или оставаться во взвешенном состоянии [5].

#### **Условия, материалы и методы исследований**

Исследовали опытный образец воздушного сепаратора, разработанного в ФГБНУ ФНЦО в 2022–2023 годах.

Цель работы – изучить влияние доработки семян овощных культур на посевные качества при помощи вертикального воздушного сепаратора, а также рекомендации для будущих исследований.

Задачи исследований:

- повышение посевных качеств семян;
- выявление воздействия доработки семян при помощи вертикального воздушного сепаратора на посевные качества семян;
- подбор оптимальных настроек на опытном образце для доработки семян.

Исходные параметры семян перед обработкой представлены в **таблице 1**.

**Таблица 1. Средние размерные показатели семян овощных культур перед обработкой на воздушном сепараторе**

Культура, сорт/гибрид	Длина (А), мм	Ширина (В), мм	Толщина (С), мм	Коэффициент парусности семени	Масса 1000 семян, г
Арбуз, Волгоградец КРС	9,04±0,45	6,29±0,05	1,99±0,03	5,07	43,4
Дыня, Эфиопка	11,55±2,02	5,15±0,21	2,27±0,09	5,09	38,6
Огурец, F <sub>1</sub> Форсаж	9,23±3,07	3,90±0,50	1,22±0,11	7,22	18,3
Перец, F <sub>1</sub> Император	4,52±0,52	3,65±0,50	1,2±0,15	40,59	6,54
Укроп, Гладиатор	3,01±0,31	1,9±0,14	0,47±0,03	127,99	1,22



Семена для профессионального рынка

Семена овощных культур имеют различные размерные величины. При измерении они больше всего отличались в основном по длине семени, ширина и толщина имели меньшее отклонение от среднего.

Для сепарации поток воздуха должен воздействовать на семена с силой, близкой или больше силы гравитации.

Семена дорабатывались на опытном образце воздушного сепаратора, разработанного в ФГБНУ ФНЦО, который состоит из вентилятора

с потоком воздухообмена 245 м<sup>3</sup>/ч. Вертикальная нория сечением 120 мм × 60 мм с проходом металлического продуваемого сита проходного семенного желоба. Настройки вращения вентилятора осуществляются через механический регулятор мощности электродвигателя вентилятора, с плавным переключением оборотов вентилятора. Это дает преимущества в более тонких настройках очистки семенного вороха. Скорость воздушного потока можно плавно изменять в пределах от 1,5 м/с до 9,5 м/с. Для определения посевных качеств семена проверяли на всхожесть по ГОСТ 12038–84. Массу 1000 семян определяли в соответствии с методикой, описанной в ГОСТ 12042–80 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян».

### Результаты исследований

При настройках силы потока воздуха необходимо учитывать, что легкие примеси будут иметь гравитационную силу ниже, чем у основной культуры, поэтому сила воздушного потока не должна выдувать основную культуру в отход с мелкими примесями.

Увеличение скорости воздушного потока до 9,5 м/с увеличило количество выдуваемых семян по всем культурам. При этом доработка семян на

воздушном сепараторе способствовала увеличению энергии прорастания, всхожести и массе 1000 семян, за счет удаления легковесных и менее выполненных семян из семенного вороха (табл. 2).

За счет разности в массе и размерах семян различных культур доработка на воздушном сепараторе имеет различное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян по сравнению с исходными семенами.

Доработка семян на скорости воздушного потока 7,3 м/с позволила удалить от 4,5% на семенах арбуза до 10,2% на семенах укропа легких примесей из семенного вороха, увеличение скорости потока до 9,5 м/с увеличило количество выдуваемых семян от 7,4% до 27,7%.

Доработка семян, хотя и имела меньший эффект на лабораторную всхожесть вследствие достаточно высоких показателей посевных качеств исходных семян, все же положительно повлияло на энергию прорастания семян, что в свою очередь влияет на дружность будущих всходов. Важно отметить, что энергия прорастания является одним из ключевых показателей качества семян, поскольку она определяет их способность быстро и дружно прорасти в полевых условиях. В результате, даже если лабораторная всхожесть не по-

Таблица 2. Изменение посевных качеств в процессе доработки семян на опытном образце воздушного сепаратора

Культура, сорт/гибрид	Вариант	Скорость воздушного потока, м/с	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Масса 1000 семян, г	Выход семян после доработки, %
Арбуз Волгоград-дец КРС	контроль (исходные)	-	92	94 (±7%)	43,4	-
	тяжелая фракция	7,3	94	96 (±6%)	43,7	95,5
		9,5	99	99 (±4%)	43,9	92,6
Дыня Эфиопка	контроль (исходные)	-	82	85 (±7%)	38,6	-
	тяжелая фракция	7,3	87	92 (±5%)	38,8	92,3
		9,5	92	95 (±4%)	39,0	88,7
Огурец F <sub>1</sub> Форсаж	контроль (исходные)	-	91	94 (±5%)	18,3	-
	тяжелая фракция	7,3	95	99 (±2%)	18,7	94,7
		9,5	100	100 (±2%)	18,9	89,2
Перец F <sub>1</sub> Император	контроль (исходные)	-	32	90 (±6%)	6,54	-
	тяжелая фракция	7,3	74	93 (±5%)	6,71	91,2
		9,5	82	94 (±5%)	6,80	86,8
Укроп Гладиатор	контроль (исходные)	-	28	93 (±5%)	1,22	-
	тяжелая фракция	7,3	67	94 (±5%)	1,45	89,8
		9,5	82	94 (±5%)	1,58	72,3

казала значительных изменений, улучшение энергии прорастания может обеспечить более здоровые и сильные всходы в будущем.

**Выводы**

Таким образом, вследствие большого разнообразия семян овощных культур для более качественной доработки семенного вороха с применением воздушного сепаратора необходимо учитывать парусность семян.

Скорость воздушного потока серьезно влияет на процесс сепарации семян. Чем выше скорость воздушного потока, тем эффективнее происходит отделение легковесных семян и других примесей. Однако слишком высокая скорость может привести к потере качественных се-

мян, так как качественные семена могут быть унесены вместе с воздушным потоком. Оптимальная скорость должна подбираться, исходя из характеристик семян и целей сепарации. При увеличении скорости воздушного потока увеличивается количество примеси, уносимой воздушным потоком. Однако при этом увеличиваются и посевные качества оставшихся семян: энергия прорастания, всхожесть и масса 1000 семян.

Всхожесть семян арбуза от доработки увеличилась на 2–5% к исходной всхожести, в зависимости от выбора режима подачи воздушного потока и скорости воздуха, семена дыни Эфиопка – на 5-10%, огурца F<sub>1</sub> Форсаж – на 4-9%, Перца сладкого F<sub>1</sub> Император – на 3%.

Преимущество доработки семян на воздушном сепараторе – способность создания семян для профессионального рынка. Улучшение посевных качеств семян позволяет профессионалам повысить качество своей продукции, так как это обеспечит развитие более здоровых и продуктивных растений. Использование высококачественных семян поможет снизить затраты на производство, так как они обычно дают более высокие урожаи и меньше подвержены заболеваниям.

Доработка семян на воздушном сепараторе позволяет получить более качественный и здоровый семенной материал, который будет отвечать требованиям профессионального рынка семян (рис).

**Библиографический список**

**References**

- 1.Обоснование принципиальной схемы воздушно-решетного сепаратора семян / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, Д.С. Тарабрин, М.С. Анненков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. №4(55). С. 95–102.
- 2.Бурков А.И., Глушков А.Л., Лазыкин В.А. Расчет траектории частиц в пневмосортирующем канале различными методами // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т.21. №1. С. 62–70.
- 3.Дринча В.М., Филатов А.С. Обоснование параметров пневмосепаратора с горизонтальным воздушным каналом // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т.14. №1(68). С. 18–26.
- 4.Курчев С.В., Колодий А.С. Результаты исследования рациональных размеров вертикального аспирационного канала сепаратора семян сельскохозяйственных культур // Механизация сельскохозяйственного производства. Вестник ХНТУСГ им. П. Василенко. Харьков: ХНТУСГ, 2014. вып. 148, Т.1. С. 56–63.
- 5.Ахраменко В.А., Павлов Л.В. Результаты исследования скорости воздушного потока в рабочей камере сепаратора. Инновационные технологии в АПК. Сборник статей Всероссийского НПК. Пенза, РИО ПГСХА, 2013. С.31-33.

- 1.Substantiation of the schematic diagram of the air-sieve seed separator. A.P. Tarasenko, V.I. Orobinsky, A.M. Gievsky, D.S. Tarabrin, M.S. Annenkov. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2017. No4(55). Pp. 95–102 (In Russ.).
- 2.Burkov A.I., Glushkov A.L., Lazykin V.A. Calculation of the trajectory of particles in the pneumatic sorting channel by various methods. Agrarian science of the Euro-North-East. 2020. Vol.21. No1. Pp. 62–70 (In Russ.).
- 3.Drincha V.M., Filatov A.S. Substantiation of the parameters of a pneumatic separator with a horizontal air duct. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2021. Vol.14. No1(68). Pp. 18–26 (In Russ.).
- 4.Kurchev S.V., Kolodiy A.S. Results of a study of the rational dimensions of the vertical aspiration channel of the agricultural seed separator. Mechanization of agricultural production. Bulletin of the KHNTUSG named after P. Vasilenko. Kharkiv. KHNTUSG. 2014. Issue 148. Vol.1. Pp. 56–63 (In Russ.).
- 5.Akhramenko V.A., Pavlov L.V. Results of studies of the air flow velocity in the separator working chamber. Innovative technologies in agriculture. Collection of articles of the All-Russian NPC. Penza. RIO PGSHA. 2013. Pp.31–33 (In Russ.).

**Об авторах**

**Author details**

Янченко Алексей Владимирович, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией физиологических основ семеноведения овощных культур. E-mail: laboratoria2008@yandex.ru  
 Азопков Максим Игоревич, канд. с.-х. наук, в.н.с. E-mail: max.az62@yandex.ru  
 Голубович Виктор Сергеевич, канд. с.-х. наук, с.н.с. E-mail: ded44@yandex.ru  
 Янченко Елена Валерьевна, канд. с.-х. наук, в.н.с. ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО

Yanchenko A.V., Cand. Sci. (Agr.), head of laboratory of physiological basics of seed knowledge of vegetable crops. E-mail: laboratoria2008@yandex.ru  
 Azopkov M.I., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow. E-mail: max.az62@yandex.ru  
 Golubovich V.S., Cand. Sci. (Agr.), senior research fellow. E-mail: ded44@yandex.ru  
 Yanchenko E.V., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – a branch of FSBSI Federal Scientific Vegetable Center

**АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ:**

140153, Московская область, г.о. Раменское, д.Верея, стр.500, А.В. Корневу  
 Сайт: www.potatoveg.ru E-mail: kio@potatoveg.ru тел. 7 (49646) 24–306, моб.+7(910)423-32-29, +7(916)677-23-42, +7(916)498-72-26

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство № 016257 ® Картофель и овощи, 2023  
 Журнал входит в перечень изданий ВАК РФ для публикации трудов аспирантов и соискателей ученых степеней, в международную реферативную базу данных AgriS.  
 Информация об опубликованных статьях поступает в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Научным статьям присваивается цифровой идентификатор объекта DOI (Digital Object Identifier).  
 Подписано к печати 9.10.23. Формат 84x108<sup>1/16</sup>. Бумага гляцевая мелованная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,2. Заказ №2508. Отпечатано в ГУП РО «Рязанская областная типография» 390023, г.Рязань, ул.Новая, д.69/12.  
 Сайт: www.ryazan-tipografia.ru E-mail: ryazan\_tip@bk.ru  
 Телефон: +7 (4912) 44-19-36

