

Л. В. Фадеев, кандидат технических наук

ТОВ «Спецэлеватормельмаш»

ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР И ПРОИЗВОДСТВА СЕМЯН. НОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Особливості збирання і очищення зернобобових культур. Велика кількість сміття через низький зріз при жнивах. Висока травмованість. Недомолот через нерівномірність. Нетравмуюче очищення після збирання. Необхідність видалення рослинних і мінеральних домішок, половинок і зернововідходів. Суть пофракційного калібрування насіння. Порівняння насінневих показників в залежності від крупності насіння. Пофракційна сепарація насіння за щільністю. Передпосівна обробка насіння. Необхідність роздільного нанесення препаратів захисту та інокулянтів. Схема заводу з виробництва сильного насіння. Приклади успішного застосування сої в сівозміні.

Ключові слова: зернобобові культури, очищення насіння, калібрування, сепарація за щільністю, передпосівна обробка.

Травмирование сои на всех этапах воздействия на нее – от уборки до сева или переработки, и отклонение от оптимальной технологии на всех этапах производства, сушки и хранения определяют потери зерна *сои* и ухудшение ее качества (рис. 1).

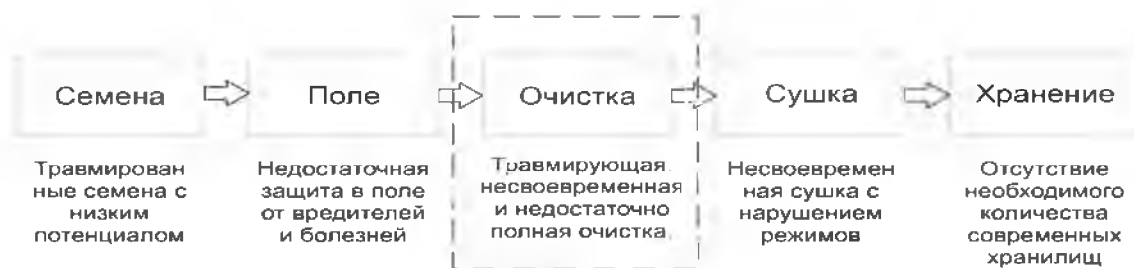


Рис. 1. Характерные отклонения от оптимальной технологии

Свежесобранное зерно сои, как правило, имеет повышенную влажность и засоренность обрывками стеблей сорных растений, зелеными семенами сорняков, частичками почвы, необмолоченными бобами, створками бобов и другими примесями. Стремление снизить потери зерна за счет режима аспирации при обмолоте комбайном приводит к еще большей засоренности.

В *свежесобранном зерне сои* активно происходят разного рода процессы, в результате которых зерно может испортиться за 2—3 суток, а при спонтанном *самосогревании* – и через 6—8 часов, по той причине, что в

свежескошенном ворохе неравномерно распределена влажность и засоренность, что при определенных условиях (высокой температуре) и приводит к возникновению очагов *самосогревания*.

По этой причине очистку сои необходимо выполнять в темпе уборки от крупного растительного сора.

Крупный сор в свежескошенном ворохе сои состоит, в большей мере, из крупных фрагментов растений, влажность которых в два и более раза выше влажности зерна. Влаговывравнивание между влажным сором и зерном начинается уже в бункере комбайна и продолжается до момента отделения влажного сора от зерна. Поэтому, чем раньше такую очистку выполнить, тем в большей мере удастся уменьшить последующие затраты на приведение зерна в состояние, требуемое условиями хранения. Крупный влажный сор необходимо отобрать даже в том случае, если зерно убирается влажным, и требуется его сушка, ибо при сушке влажный крупный сор в составе зерна не только увеличивает энергозатраты на сушку, но и ухудшает сыпучесть зерна и увлажняет теплоноситель, снижая эффективность процесса сушки.

Кроме чрезмерной влажности, *крупный сор* несет на себе большое количество микроорганизмов, которые при длительном контакте с зерном заражают его. На рисунке 2 показана зараженность микроорганизмами 1 г неочищенного зерна, чистого зерна и отдельно 1 г *крупного сора*, сошедшего при очистке с сита [1].

Не менее значимую роль имеет очистка сои от мелкого легкоовитаемого сора. Аспирация, как обязательный этап очистки зернового вороха от *пыли* и *легковитаемого сора*, крайне необходима в технологии очистки по той причине, что именно *пыль* и *легковитаемый сор* содержат наибольшее количество плесневых грибов. Особенно их много в *пыли*, отобранной системой аспирации. Из рисунка 2 видно, что в одном грамме *аспирационного отнosa* содержится грибов разного рода в 360 раз больше, чем в очищенном зерне, а в одном грамме *пыли* аспирационного отнosa – в 760 раз.

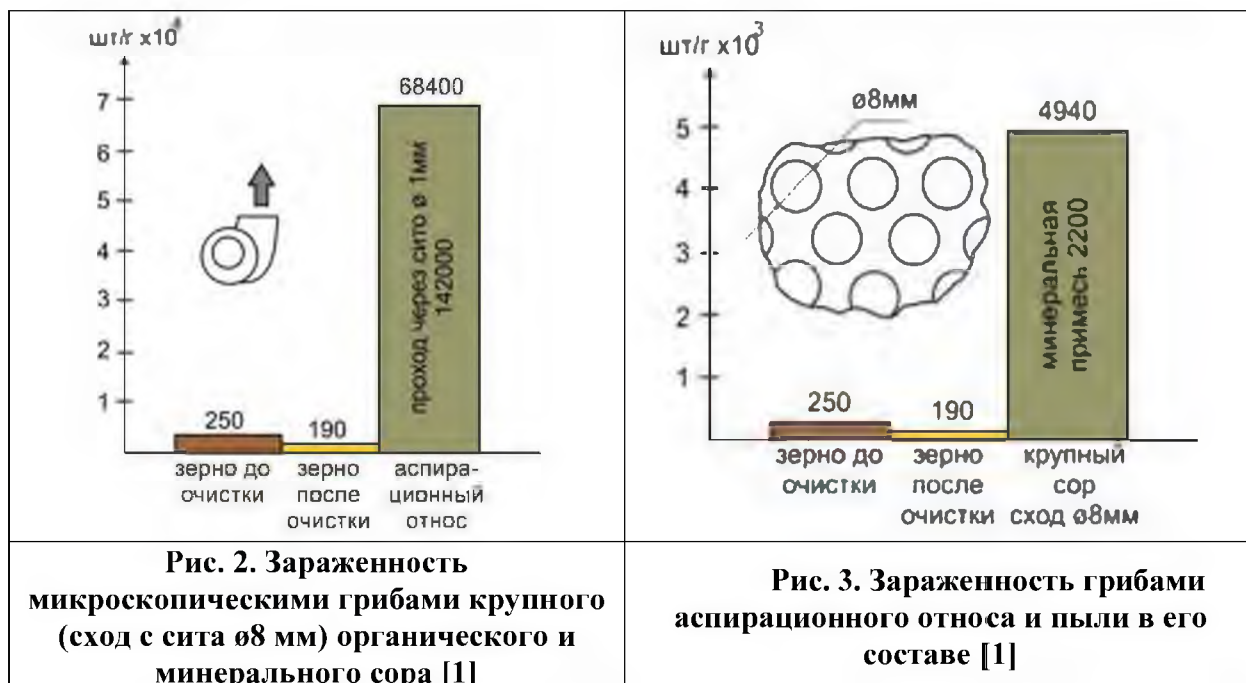
Это объясняется тем, что суммарная поверхность одного грамма *зерновой пыли* в сотни раз превышает суммарную поверхность одного грамма зерна. *Зерновая пыль* – это мелкие частички зерна, образовавшиеся в результате ударов и трения как о твердые и острые кромки элементов машин, так и в результате трения одних зерен о другие при любом пересыпании зерна. Таким образом, *зерновая пыль* образуется в процессе любого ворошения зерна, начиная от его уборки комбайном и заканчивая переработкой, или для семян, севом. А поскольку это питательная среда для микроорганизмов, то именно *зерновая пыль* и *мелкий органический сор* являются возможным источником возникновения очага самосогревания.

При очистки сои после уборки желателен отобрать зерновую примесь и половинки.

В состав *мелкого сора* (*применительно к сое*) входят:

– *дробленое зерно*;

- минеральная примесь (комочки земли, песок и т.п.);
- мелкая органическая примесь (пленки, вегетативные части сорных растений, семена дикорастущих растений);
- вредители и их личинки, находящиеся в межзерновом пространстве.



Через подсевное сито уходит весь тот *сор*, который несет на себе огромное количество микроорганизмов, имеет активную поверхность, в сотни раз превышающую поверхность здорового зерна.

На рисунке 4 наглядно показано распределение заселенности микроорганизмами различных фракций *сора* и зерна сразу после его уборки.

Поскольку соя легко травмируется, то после комбайна в составе свежескошенного вороха присутствует значительная доля половинок семян.

Структурно – сильные половинки соединены относительно слабыми связями. Это легко объяснить, ибо половинки при прорастании разделяются на две семядоли. Так устроила природа. *Половинки зерна* легко отделяются на решетках новой геометрии, т.к. в процессе движения по таким решеткам, *половинки* под воздействием решета Фадеева поворачиваются и легко проходят, а целые *семена* идут на сход (рис. 5). *Половинки зерен сои* необходимо отобрать на стадии очистки вороха после комбайна. В семенах *сои* 20 % масла, основной долей которого является линолевая кислота, легко окисляемая кислородом воздуха. В связи с этим, *половинки сои*, по сравнению с целыми *семенами*, совершенно по-другому взаимодействуют с окружающей средой – легче впитывают влагу, быстро заселяются микроорганизмами, в том числе, плесневыми грибами. В *половинках сои* масло быстро окисляется и кислотное число КОН выходит за пределы допустимого значения. *Половинки зерна сои* в 6 раз интенсивнее «дышат»,

чем *целые семена*, что приводит к активному выделению тепла и воды. Таким образом, *половинки сои* являются вероятным источником *самосогревания* зерновой массы.

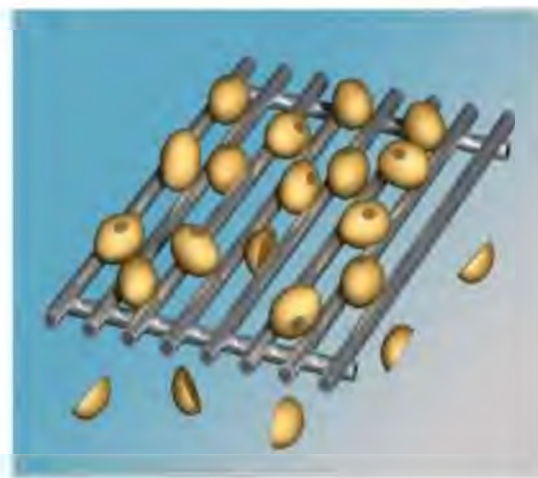
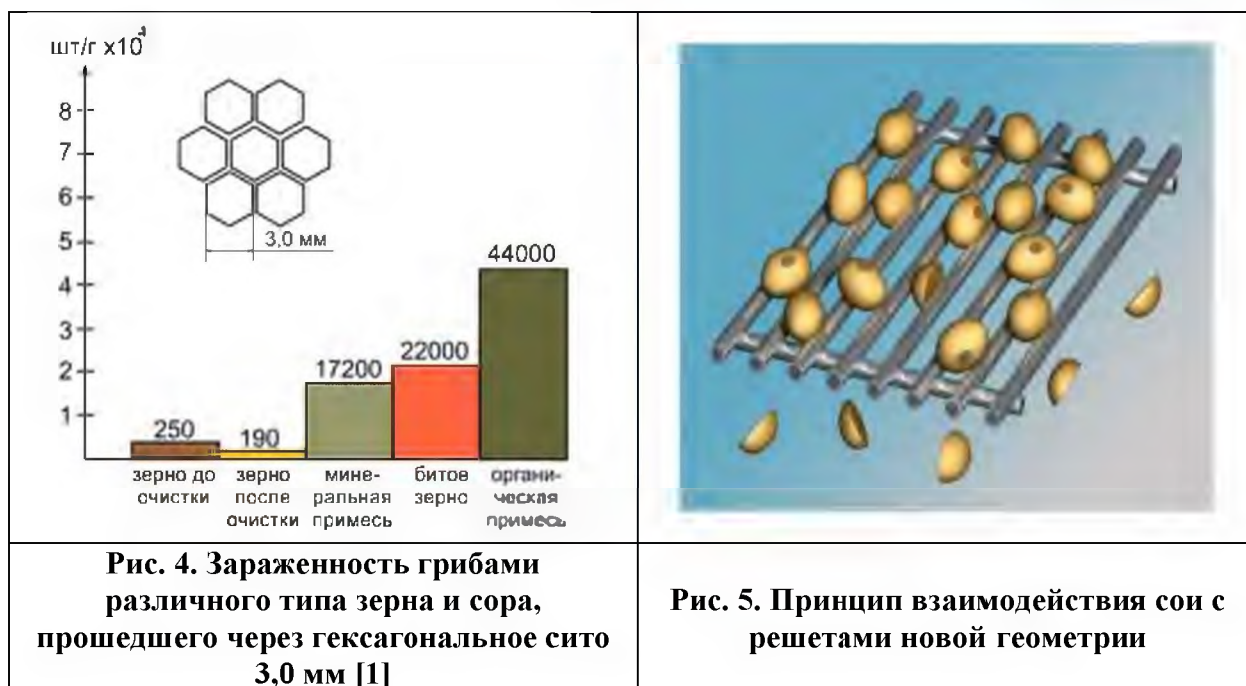


Рис. 4. Зараженность грибами различного типа зерна и сора, прошедшего через гексагональное сито 3,0 мм [1]

Рис. 5. Принцип взаимодействия сои с решетками новой геометрии

Вообще, отделение половинок семян *сои* вызывает трудность при очистке, поскольку плоские сита их не отделяют. В частности, в США, *сою* по качеству очистки разделяют на четыре класса и в каждом из них остается существенная доля колотых зерен [2] (табл. 1).

1. Классификация сои по очистке

Класс	Повреждение зерна (%)	Инородные частицы (%)	Колотые зерна (%)	Зерна другого цвета (%)
1	2,0	1,0	10,0	1,0
2	3,0	2,0	20,0	2,0
3	5,0	3,0	30,0	5,0
4	8,0	5,0	40,0	10,0

Из приведенных данных можно сделать два вывода: большое количество колотых зерен *сои* объясняется склонностью к разрушению при уборке и очистке, и второй – половинки *сои* трудно отобрать. Опыт эксплуатации предлагаемого нами оборудования для очистки *сои* после уборки подтверждает возможность нетравмирующей глубокой очистки за один прием и полного отделения половинок семян *сои*.

Большую роль при уборке *сои* играет щадящий режим обмолота.

Травмирование сои при уборке зависит от ее влажности. На рисунке 6 показана эта зависимость. При большой влажности семена *сои* при уборке деформируются, и оболочка отслаивается, а при малой влажности семена

дробятся. Это определяет вид травм – микротравм больше, чем макротравм при высокой влажности при уборке, а при малой – наоборот.

Как уже было сказано, характерное *травмирование сои* – отслоение оболочки, которое визуально трудно обнаружить, и оно относится к микротравмам. По этой причине такие семена проходят лабораторный контроль на посевные качества, как кондиционные, а в поле это травмирование проявляется слабым развитием растения и, естественно, недобором урожая. На рисунке 7 показано снижение урожайности в зависимости от вида травм. Приведенные данные подтверждают, что больший «вклад» в снижение урожайности *сои* вносят микротравмы. Общий недобор урожая из-за травмирования семян может составлять 30 %.

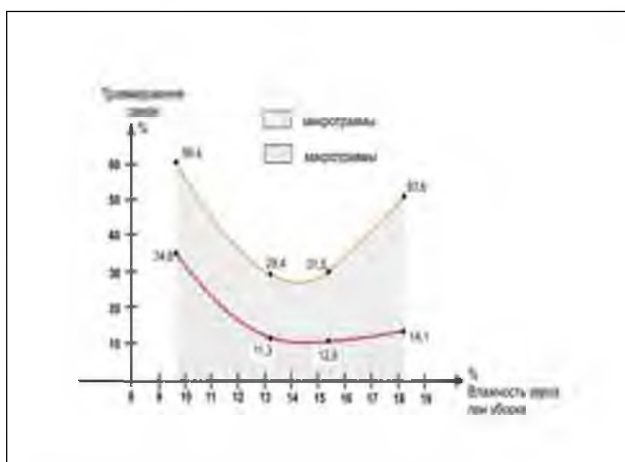


Рис. 6. Травмирование семян сои при уборке [3]

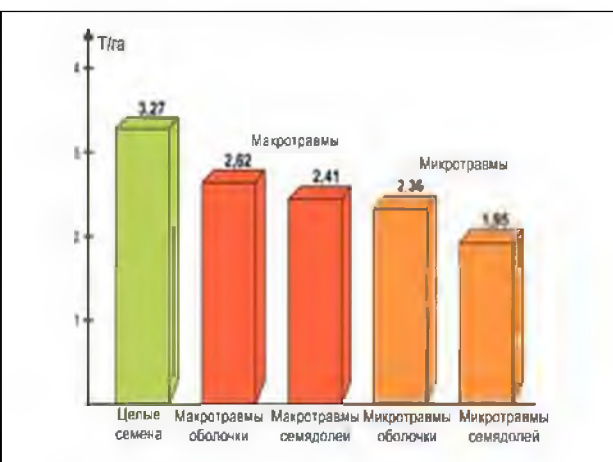


Рис. 7. Снижение урожайности сои в зависимости от характера травм [3]

В связи с этим при послеуборочной обработке сои категорически не допускается применение таких машин как зернометатели, различного рода пневмотранспорт, шнеки и другие агрессивные машины включая машины предпосевной обработки.



Рис. 8. Винтовая поверхность шнека

Ученые государственного университета штата Огайо (США) исследовали влияние *шнекового протравливателя* на всхожесть семян *сои* [4]. Исследования, проведенные американцами, исключительно интересны.

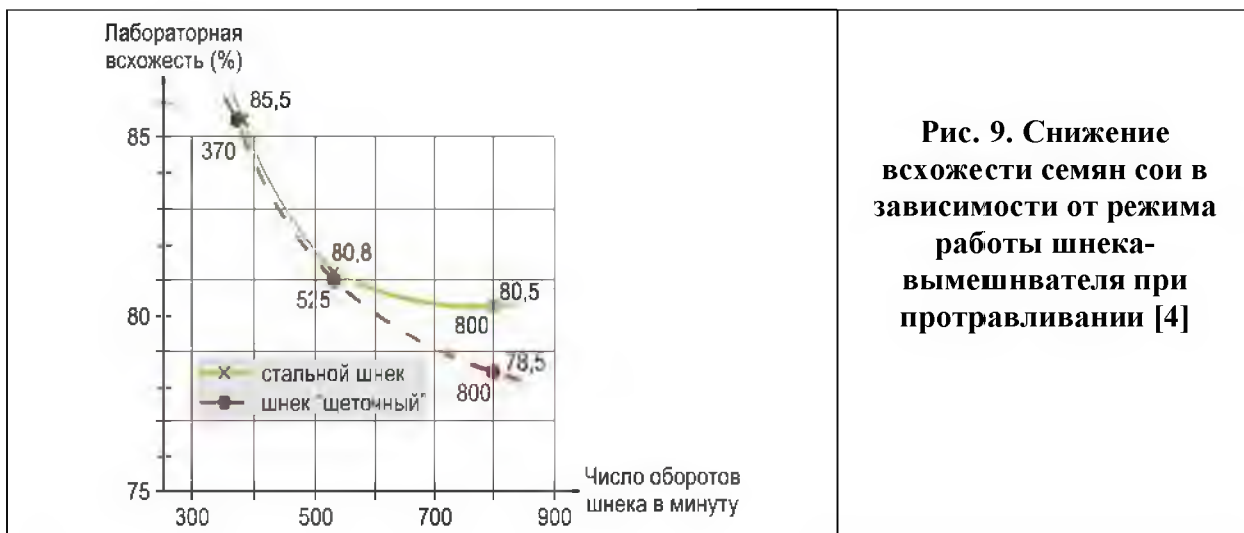


Рис. 9. Снижение всхожести семян сои в зависимости от режима работы шнека-вымешивателя при протравливании [4]

Во-вторых. Только одно это *травмирование*, как видно из рисунка 9, проявляется уже на этапе лабораторной всхожести, которая, как правило, не выявляет микротравмы – они намного сильнее проявляются на полевой всхожести.

Для решения задачи щадящей послеуборочной очистки зернобобовых культур нами разработан и испытан *аспиратор*, который имеет следующие конкурентные преимущества.

1. Оптимизирована траектория *потока зерна* с учетом влияния на нее *сносящего потока воздуха*.

2. Воздух движется по замкнутому контуру, что *исключает установку циклона* в основном потоке и существенно снижает потребление электроэнергии по той причине, что принудительная подача воздуха (наддув) на вход вентилятора снижает нагрузку на электропривод *рабочего колеса*, что позволяет при оптимизации режима выходить на повышенные обороты за счет увеличения частоты тока без перегрузки.

3. Бесступенчатое регулирование пропускной способности (производительности) и скорости воздушного потока позволяет оптимизировать известное для различных с.-х культур противоречие: качество очистки и производительность.

4. Предусмотрено отдельное удаление пыли и сора.

Для подготовки семян сои и других зернобобовых культур предлагается завод, в основе которого лежит щадящая пофракционная технология (рис. 10).

Приемное устройство, позволяет увеличить объем принимаемого зерна за счет использования для этого не менее половины отводимого объема (рис. 11). Зерно при этом из бункера сыпается на транспортную ленту, скорость которой регулируется частотным преобразователем, что позволяет точно дозировать количество поступающего зерна в приемное устройство нории (2).

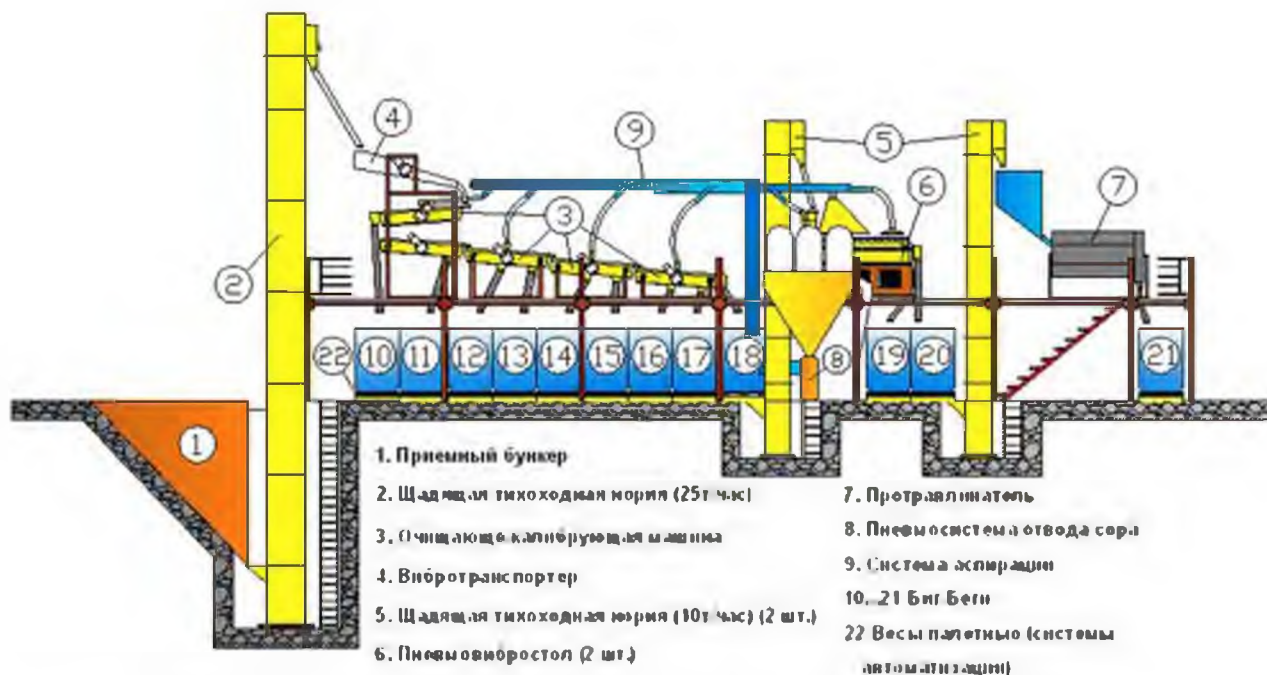


Рис. 10. Завод по производству сильных семян различных с.-х культур (щадящая пофракционная технология Фадеева)

Щадящая тихоходная нория (2) НФ-30 без травм подает семенной материал на вибротранспортер (4). Вибротранспортер, кроме перемещения семенного материала, обеспечивает распределение зерна для равномерной загрузки по ширине первого очищающего калибратора ОКФ-4 очищающе-калибрующего блока (3).

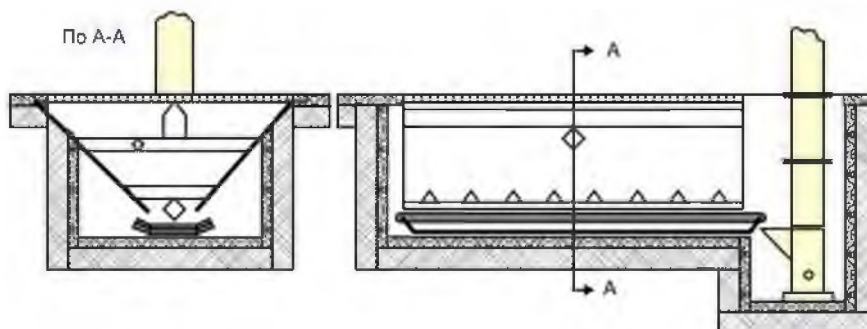
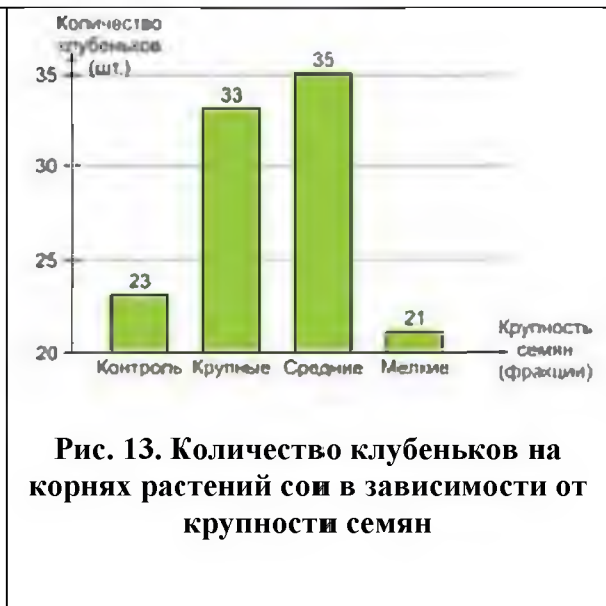
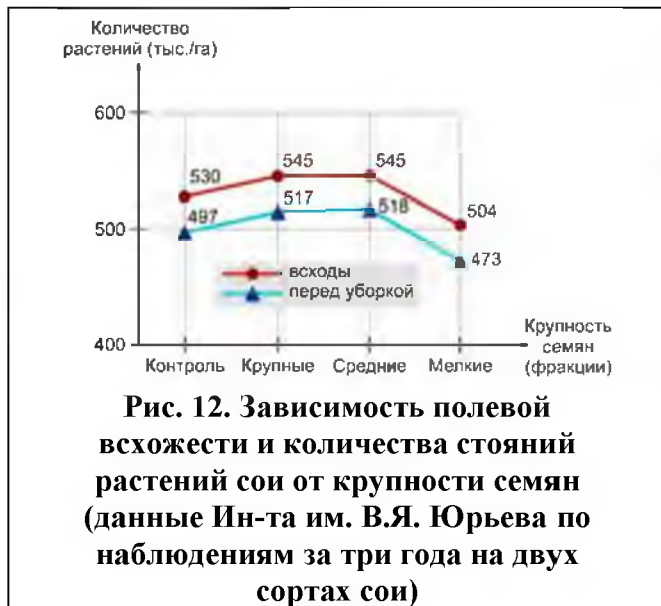


Рис. 11. Вариант приемного устройства зерна (завальная яма)

Очищающе-калибрующий блок выполняет полную очистку и калибрует семена сои по их толщине на фракции. Необходимость такой калибровки подтверждается следующим. Исследования, проведенные в Институте растениеводства им. В.Я. Юрьева, показали, что при севе крупных семян сои повышалась полевая всхожесть благодаря большому запасу питательных веществ, размеру зародыша и существенно снижалась доля растений, «не доживших» до уборки (рис. 12).

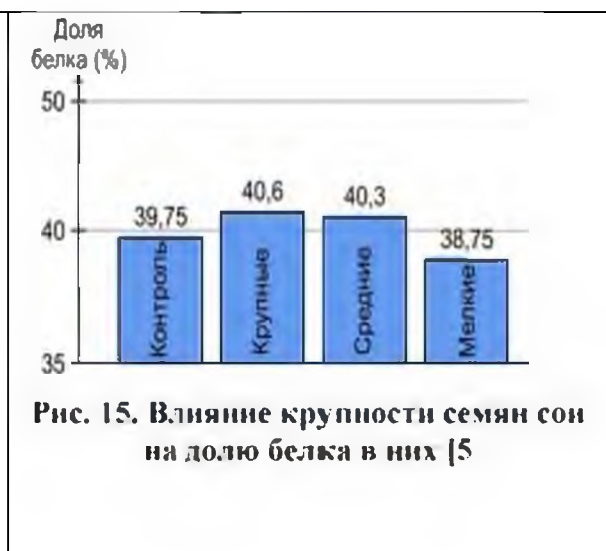
Естественно, что и количество клубеньков на корнях растений из крупных и средних по размеру семян выше, чем на контроле и на растениях

из мелких семян. Это легко объясняется более мощной корневой системой у сильных растений (рис. 13).



Вышеприведенные данные (рис. 13) как бы выравнивают по эффективности развития растения, выросшие из крупных и средних по размеру семян, однако, финал сравнения, а именно урожайность, все-таки в пользу крупных семян (рис. 14).

Больше того, даже доля белка в крупных семенах больше (рис. 15). Это важно, ибо известно, что именно белок зародыша обеспечивает более высокую энергию прорастания.



Кроме этого, калибровка семян по размеру необходима для обеспечения точного сева.

Даже если взять узкий диапазон массы 1000 шт. семян от 150 до 200 г., то становится понятно, что точный высев по заданному количеству семян,

например, 600 тыс. шт. на га, при такой разноразмерности просто невозможен. На рисунке 16 приведен соответствующий график.

На пневмовибростоле (6) происходит разделение семян по плотности и выполняется окончательная очистка от различных примесей, которые не отошли в предыдущих очищающих операциях. На пневмовибростоле семена разделяются на три фракции – тяжелые, средние по плотности и легкие (ущербные, изъеденные и т.п.). Каждая из фракций ссыпается в соответствующий бункер (19, 20).

Пример производства сильных семян сои (этап сепарации семян по плотности) приведен на рисунке 17, 18 и в таблице № 2 (семена подготовлены на фирме «Дослідне», Полтавская обл., руководитель канд. с.-х наук Мокляк В. Я., урожай 2015 г.).

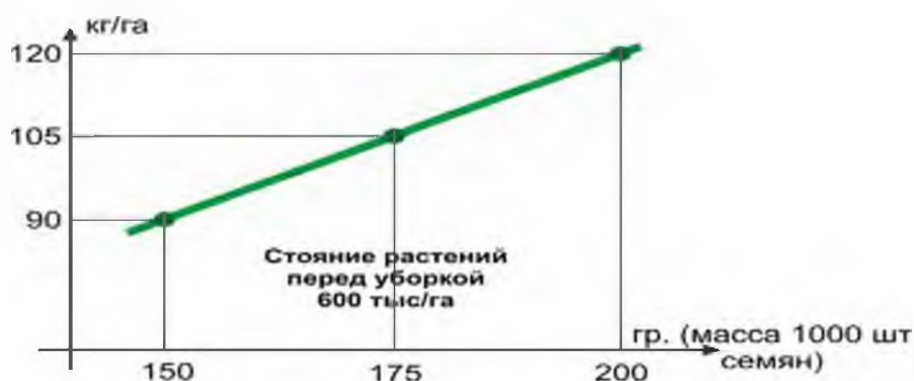


Рис. 16. Зависимость нормы высева (теоретической) от массы 1000 шт. семян сои

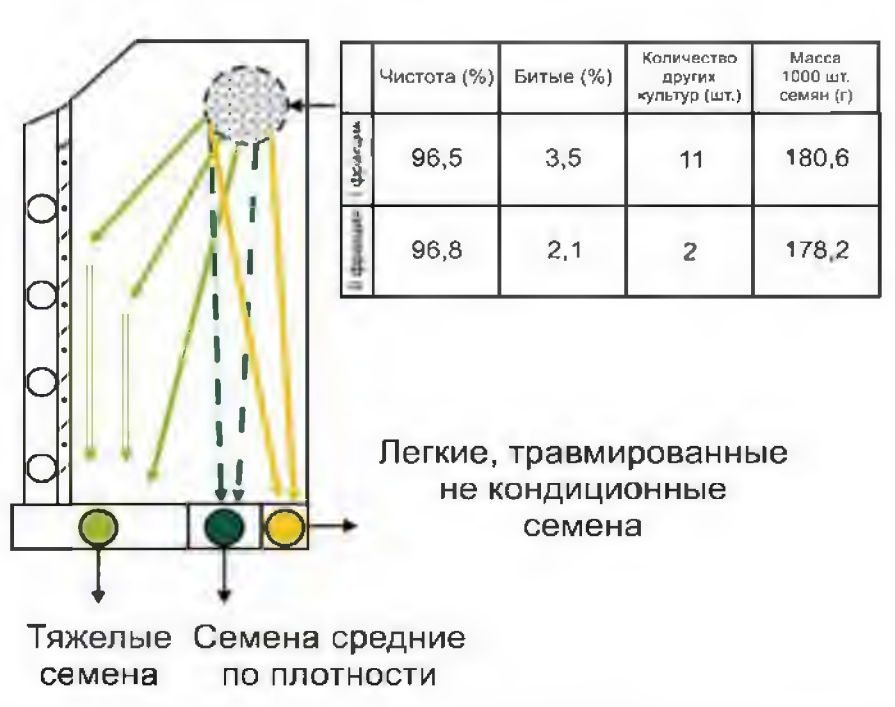


Рис. 17. Принцип очистки и разделения по плотности семян сои на пневмовибростоле

Выделение тяжелых семян каждой фракции позволяет получить очень высокое качество семян.

Последний этап подготовки *сильных семян* – предпосевная обработка необходимыми *препаратами*, защищающими от болезней, вредителей, с добавлением микроэлементов, пленкообразующих и красящих веществ. Если на всем долгом и затратном пути подготовки *сильных семян* под постоянным контролем отслеживалась нетравмирующая технология, то понятно, что последний этап подготовки должен выполнить две задачи:

- исключить какое-либо травмирование;
- за счет инкрустации блокировать проявление микротравм, неизбежно наносимые семенам, начиная от комбайна и всей последующей послеуборочной техникой.

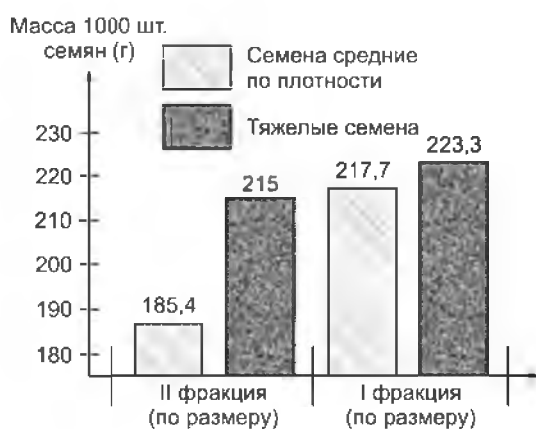


Рис. 18. Разделение семян сои по массе 1000 шт. в случае сепарации их на пневмовибростеле

2. Норма высева в кг/га при 600 000 шт./га разных фракций семян сои		
Фракции	Масса 1000 шт. семян сои (г)	Норма высева кг/га (при 600 000 шт./га)
I фракция (по размеру)	Тяжелые семена	
	223,3	147
	Семена средние по плотности	
II фракция (по размеру)	217,7	130
	Тяжелые семена	
	215	127
Семена средние по плотности		111
	185,4	

Технологическая схема комплекса по предпосевной обработке семян представлена на рисунке 19.

Отличительные особенности комплекса следующие:

- отсутствие какого-либо травмирования;
- возможность раздельного нанесения защитного препарата и инокулянта;
- подсушка семян после протравливания.

Значимость высокого потенциала семян *сои* исключительно высока. Я – не большой специалист в ботанике, но из известных мне культур, я не знаю, чтобы было также много у будущего растения, как у *сои*, «упаковано» в зародыше. На нижеприведенном рисунке это хорошо видно – растение *сои* на старте обязано семянке до первого тройчатого листа включительно (рис. 20).

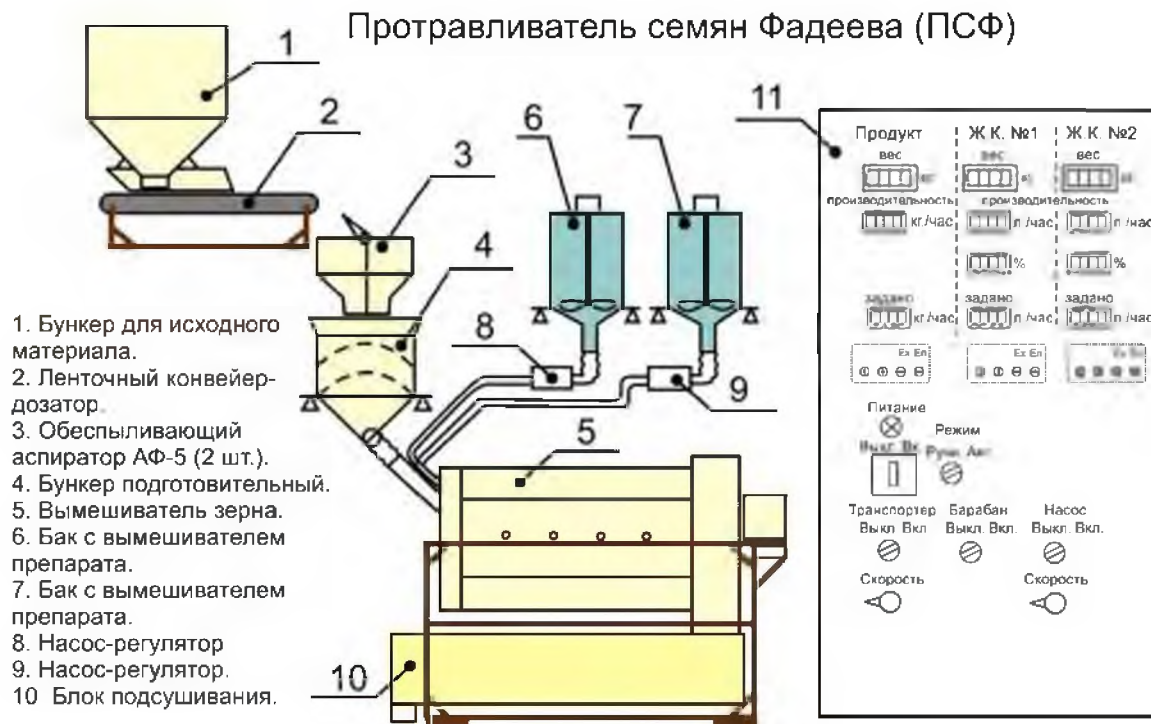


Рис. 19. Технологическая схема комплекса по предпосевной обработке семян



Рис. 20. Стадии развития сои

Вместо заключения привожу пример прибыльности производства сои (табл. 3).

То есть получается так, что, одновременно с расходом питательных веществ семядолей, к процессу прорастания подключается в режиме сопровождения процесс фотосинтеза первых листьев.

Таким образом, после многих тысяч лет земледелия мы получили окультуренные нашими предками растения **сои**, потенциал которых усилиями селекционеров за последние 100 лет удалось поднять более чем в два раза. Но основной принцип отбора семян для сева остался неизменным.

3. Прибыльность производства сои фермером Войтовиком М. В.

Место нахождения	ТОВ «Мрія», Киевская обл. Белоцерковский р-н, с. Блощинцы
Обрабатываемая площадь, количество работников	300 га; 10 человек

Обязательства перед полем	15 лет без пахоты. Измельченная солома остается в поле	
Благодарный ответ поля. Урожайность в 2014 г. (гречиха, как покрывная культура сеется вслед за комбайном, убирающим пшеницу)		2014 г. Со́я – 25–35 ц/га Пшеница – 58–65 ц/га (137 га) (2кл) Гречиха – 10–11 ц/га (второй урожай)
Корм для обеспечения жизни почвенной биоты	Солома 6 т/га – пшеница 3 т/га – гречиха 1 тонна соломы – 3–4 т органики 9 т/га → 27–36 т/га (органики)	
Земля, взрыхленная подземными пахарями – червями, не уплотняется. Расход солярки на 1 га за сезон минимален	Максимум 6 проходов по полю за сезон Посев пшеницы → два опрыскивания → комбайн → сев гречихи → комбайн (20 л/га за сезон)	
Поле – завод по производству гумуса. Количество на одном гектаре – 1 млн 670 тыс.	Количество червей на 1 м ² (Киевская обл.) Карапыши – 4 шт./м ² Матюши – 8 шт./м ² Яблоновка – 12 шт./м ² Блощинцы – 167 шт./м ²	

Библиографический список

1. Фейденгольд В. Б., Закладной Г. А., Алексеева Л. В., Львова Л. С., Темирбекова С. А. Меры борьбы с потерями зерна при заготовках, послеуборочной обработке и хранении на элеваторах и хлебоприемных предприятиях / Под ред. В. Б. Фейденгольда – М.: ДеЛи принт. 2007. – 320 с.
2. Сингх Гурикбал. Со́я: биология, производство, использование (ред.). – Киев: Издательский дом «Зерно», 2014. – 656 с.: ил.
3. Доктор с/х наук, профессор, член-корреспондент НААНУ С. М. Каленская, кандидат с/х наук, доцент Н. В. Новицкая, кандидат с/х наук А. Е. Стрихар – «Влияние механических повреждений на посевные качества семян и урожайность сои».
4. Н. Гордійчук. «Правильне» протруювальне обладнання для сої / Н. Гордійчук // Пропозиція. – № 4/13 (214). – С. 142.
5. Оптимізація основних елементів технології вирощування сої. Навчальний посібник / За редакцією доктора с.-г. наук, професора, академіка НААН В. В. Кириченка / Національна академія аграрних наук України, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва. – Харків. – 2013.

Надійшла до редколегії 12. 08. 2016 року