

Обоснование конструктивно-технологических параметров протравливателя семенного материала барабанного типа

*З.Р. Хасанов, д.т.н., Т.И. Нуртдинов, аспирант,
А.М. Якупов, аспирант, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ*

Предпосевная обработка семенного материала в целях защиты его от вредителей и болезней является одним из необходимых и эффективных мероприятий и проводится для обеззараживания от возбудителей болезней, уменьшения повреждения всходов вредителями за счёт действия инсектицидов, ослабления отрицательного действия болезнетворных микроорганизмов при травмированности семенного материала, стимулирования роста растений и улучшения качества семян и клубней [1]. В связи с этим в России и индустриально развитых странах в комплексе мер борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур предпосевная обработка семян является одной из основных операций [2]. В борьбе

с вирусными болезнями и вредителями растений экологически безопаснее и экономически выгоднее проводить предпосевное протравливание, чем многократно опрыскивать посеы пестицидами, так как у многих вредителей в короткие сроки развивается к ним устойчивость, значительно снижающая эффективность обработки [3].

Технические средства для предпосевной обработки семенного материала по конструкции основных рабочих органов разделяют в основном на шнековые, штанговые, камерные и барабанные [4]. Получение аэрозолей дисперсионными методами в этих устройствах заключается в распылении жидкостей, суспензий и порошков различными видами распылителей [5]. Предварительный анализ вопроса показывает, что применение камерных и шнековых технических средств предпосевной обработки нежелательно из-за отрицательного воздействия ра-

бочих органов на живые микроорганизмы, которые составляют основу биопрепаратов. Применение биопрепаратов при предпосевной обработке семян можно реализовать барабанными устройствами, так как распределение биопрепаратов в барабанах осуществляется пневматическими распылителями, что не оказывает отрицательного влияния на живые микроорганизмы [6]. Кроме того, барабанные протравливатели снижают повреждаемость семенного материала по сравнению с другими техническими устройствами [7].

Цель и задачи исследования – обосновать конструктивно-технологические параметры протравливателя семян барабанного типа, обеспечивающего снижение механического воздействия рабочих органов на используемые биопрепараты и семена; определить основные факторы, оказывающие влияние на качество обработки семенного материала.

Материал и методы исследования. Обоснование конструктивно-технологических параметров протравливателя семян проводили в программном комплексе FlowVision, где можно получить интегральные и дифференциальные характеристики течения аэрозоля (поле скоростей, давлений, размера капель аэрозоля, линий тока, траекторий). Рассмотрен процесс обработки каплями рабочей жидкости поверхности семян во взвешенном состоянии аэрозольным облаком. Сложность математического описания совместного движения частиц семенного материала и капель аэрозоля под действием воздушного потока, обратное воздействие частиц на несущую фазу, а также взаимодействие частиц между собой делает процесс моделирования сложным и трудновыполнимым.

Для упрощения процесса поток падающего семенного материала, поднимаемого стенкой

барабана за счёт сил трения, имитирован слоями сетки, через ячейки которой проходит поток аэрозоля. Для определения площади, соответствующей площади семян, находящихся в барабане, предварительно принят диаметр барабана $D_б = 0,5$ м, исходя из результатов моделирования, полученных нами ранее. Определив площадь круга $S_{бар}$ через диаметр барабана $D_б$, примем площадь сетки $S_{сет} = (0,3...0,4)S_{бар}$, соответствующей оптимальной загрузке барабана [8, 9]. Результаты проведённого ранее моделирования движения аэрозоля в барабане показали, что наименьшие по размеру капли аэрозоля образуются в барабане длиной до 1,5 м [10].

Для уточнения диаметра барабана используем формулу определения производительности технического средства для предпосевной обработки семенного материала барабанного типа (т/ч) [1]:

$$Q = 3600W_{п.м.} \rho_{п.м.} v_{п.м.}, \quad (1)$$

где $W_{п.м.}$ – площадь, занимаемая семенным материалом в элементарном объёме семенного потока, м²;

$\rho_{п.м.}$ – плотность единицы (объёмная масса) семенного материала, для пшеницы $\rho_{п.м.} = 0,00015$ т/м³;

$v_{п.м.}$ – поступательная скорость семенного потока, м/с.

Площадь, занимаемая семенным материалом в элементарном объёме семенного потока, рассчитывается по формуле:

$$W_{п.м.} = D_б L_б. \quad (2)$$

При производительности $Q = 4$ т/ч, $L_б = 1,5$ м и $v_{п.м.} = 10$ м/с диаметр барабана составит 0,5 м. Таким образом, рекомендуемое соотношение длины барабана к его диаметру составляет 3 : 1.

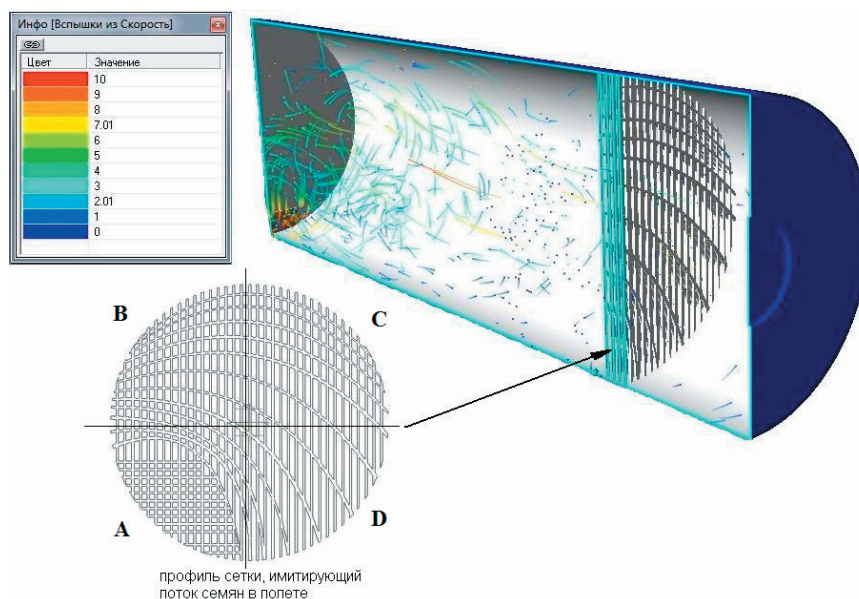


Рис. 1 – Визуализация результатов расчёта траекторий движения капель аэрозоля после прохождения сетки в программном комплексе FlowVision

Дальнейшие расчёты проведём в барабане длиной 1,5 м и диаметром 0,5 м. Начальные и граничные условия моделирования определены нами ранее. Поток падающего семенного материала имитирован четырьмя слоями сетки с расположенными размерами ячеек в соответствии с рисунком 1, зона А – 10·10 мм, зона В – 12·12 мм, зона С – 20·20 мм, зона D – 40·40 мм. Линии сетки толщиной 4 мм имитируют семена. Расстояние между слоями сетки составляет 1 мм.

Анализ полученных данных показал, что на входе в барабан средняя скорость аэрозоля составляет 3,7 м/с, после прохождения сетки – 3,9 м/с, на выходе из барабана – 4,1 м/с.

Объясняется это, на наш взгляд, разделением воздушных потоков при прохождении через сетку на воздушные струи с разным скоростным режимом и вследствие этого турбулизацией аэрозольного потока, что и приводит к увеличению скорости.

Таким образом, результаты моделирования показывают, что поток аэрозоля с заданными размерами и концентрацией капель при увеличивающемся скоростном режиме в барабане и турбулентным движением воздушных струй способен качественно и многократно обработать семенной поток препаратом. Результаты моделирования подтверждают правильность выводов, основанных на полученных уравнениях и рассчитанных в программе Mathcad.

С учётом полученных в результате моделирования данных создано техническое устройство для проведения экспериментальной оценки в лабораторных и производственных условиях.

Предлагаемое устройство разработано в виде конструкции барабанного протравливателя семян ПСБ-1,5 в котором совмещена возможность обработки семян биопрепаратами и химическими средствами (рис. 2).

Рабочий процесс протравливателя происходит в полуавтоматическом режиме. Для непрерывной

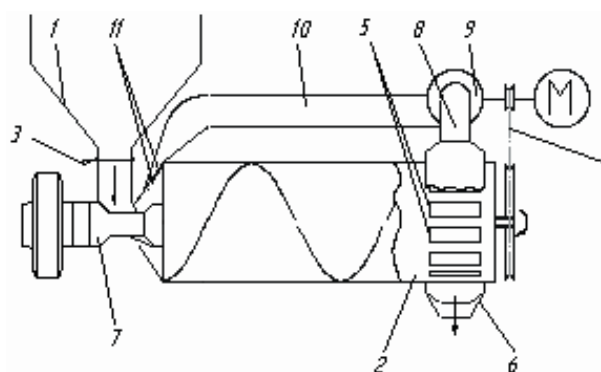


Рис. 2 – Схема протравливателя семян барабанного ПСБ-1,5:

- 1 – бункер; 2 – барабан; 3 – затвор; 4 – привод;
- 5 – выгрузное окно; 6 – приёмно-накопительный кожух; 7 – вентилятор; 8 – заборный трубопровод;
- 9 – вентилятор; 10 – напорный трубопровод; 11 – завихритель

и равномерной подачи зерна имеется бункер-накопитель, где расположены мембранные датчики верхнего и нижнего уровней семян, обеспечивающие автоматическую загрузку протравливателя, откуда через дозировочную щель, регулируемую затвором, самотёком поступают во вращающийся смесительный барабан. Суспензию ядохимикатов загружают в резервуар, который находится на одном уровне с распылителем, откуда она самотёком поступает к распылителю, где за счёт воздуха, подаваемого вентилятором, распыляясь до крупнокапельного состояния и разбиваясь на мелкие «вторичные» капли в пневмораспылительной насадке, подаётся в барабан. В процессе дальнейшего перемешивания семян барабаном распылённая суспензия дополнительно распределяется по поверхности семян. Для повышения качества обработки воздух засасывается из приёмно-накопительного кожуха и по заборному трубопроводу вентилятором нагнетается по напорному трубопроводу в камеру

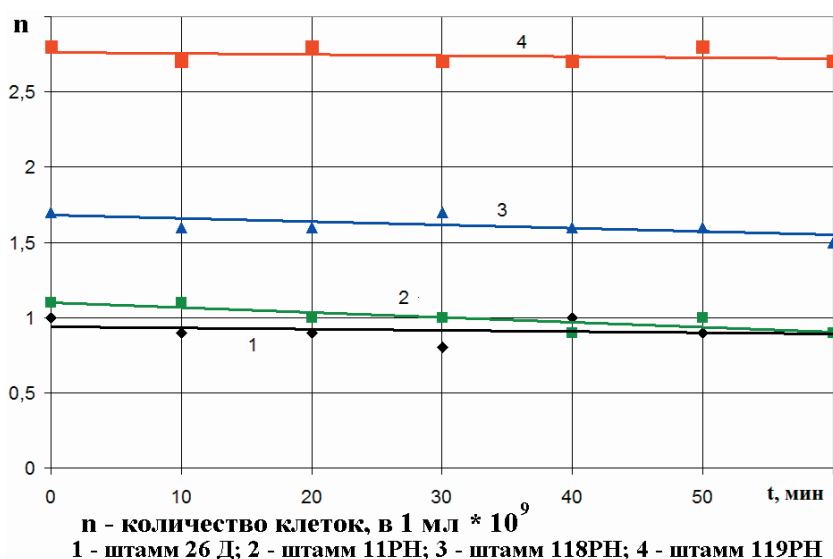


Рис. 3 – Влияние продолжительности воздействия в барабане на количество микроорганизмов

Результаты обработки биопрепаратами (культура – яровая пшеница, сорт Экада-70)

Место проведения опытов	Схема опыта	Урожайность		
		ц/га	прибавка	
			ц/га	%
Уфимский р-н, УНЦ БГАУ	1. Контроль (обработка семян фунгицидом Клад (0,4 л/т). Обработка ПСБ-1,5	32,2	–	–
	2. Опыт Фитоспорин-МЖ (1 л/т) + Гуми-20 (0,2 л/т). Обработка ПС-10	33,0	0,8	2,4
	3. Опыт Фитоспорин-МЖ (1 л/т) + Гуми-20 (0,2 л/т). Обработка ПСБ-1,5	37,1	4,9	15

протравливания, проходя через завихрители, воздух движется в барабане по спиральной траектории. Разгрузку протравленных семян можно производить как в мешки, так и в транспортные средства, так как выгрузной шнек съёмный.

Результаты исследования. Исследования по определению влияния технологического процесса обработки посевного материала в барабанном протравливателе на жизнедеятельность бактерий рода *Bacillus subtilis* проводили по представленной ранее методике [3]. Биопрепараты четырёх штампов распылили пневматическим распылителем и в течение 60 мин. вращали в барабане с семенным материалом. С интервалом 10 мин. производили отбор проб непосредственно из барабана вместе с семенами. Приведённые на рисунке 3 данные показали, что воздействие давления воздушного потока и механического вращения в барабане не оказывает существенного влияния на развитие колоний микроорганизмов.

Результаты производственных испытаний при обработке яровых культур представлены в таблице, по которой видно, что предпосевная обработка семян яровой пшеницы биопрепаратами разработанным ПСБ-1,5 даёт прибавку урожая на 15–20% по сравнению с обработкой серийным ПС-10, это происходит за счёт того, что в барабанных устройствах не происходит угнетения действия микроорганизмов.

Выводы. Производственные и лабораторные испытания позволили установить, что разработанный на основе моделирования в программном комплексе FlowVision протравливатель семян барабанного типа ПСБ-1,5 уменьшает повреждаемость семян на 25%, увеличивает степень покрытия до

7%, увеличивает полноту протравливания на 2–4% и снижает расход рабочей жидкости на 0,5 л/т по сравнению с протравливателем ПС-10. Кроме того, даёт прибавку урожая на 15–20% по сравнению с обработкой серийным ПС-10 за счёт того, что в барабанных устройствах не происходит угнетения действия микроорганизмов.

Литература

1. Смелик В.А., Кубеев Е.И., Дринча В.М. Предпосевная подготовка семян нанесением искусственных оболочек: монография. СПб.: СПбГАУ, 2011. 272 с.
2. Хасанов Э.Р. Предпосевная обработка семенного материала защитно-стимулирующими препаратами: монография. Уфа: Лань, Башкирский ГАУ, 2013. 176 с.
3. Хасанов Э.Р., Байгускаров М.Х. Пути решения вопросов экологии при протравливании // Актуальные экологические проблемы: сб. науч. тр. IV междунар. науч.-практич. конф. Уфа: БирГСПА, 2009. С. 247–250.
4. Габитов И.И., Мударисов С.Г., Юхин Г.П. и др. Система машин и оборудования для реализации инновационных технологий в растениеводстве и животноводстве. Ч. 1. Растениеводство: монография. Уфа: Башкирский ГАУ, 2014. 327 с.
5. Лачуга Ю.Ф., Габитов И.И. О вопросах технической оснащённости аграрного производства в Российской Федерации и Республике Башкортостан в современных условиях // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (27). С. 96–100.
6. Камалетдинов Р.Р., Хасанов Э.Р., Хайруллин Р.М. Особенности машин для обработки сельскохозяйственных культур биопрепаратами // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 6. С. 2–3.
7. Камалетдинов Р.Р., Хасанов Э.Р., Галлямов Ф.Н. Снижение повреждаемости семян при протравливании // Матер. всеросс. науч.-практич. конф. с междунар. участ. к XIX Междунар. специализ. выставке «АГРОКОМПЛЕКС-2009». Уфа: Башкирский ГАУ, 2009. Ч. I. С. 82–84.
8. Хасанов Э.Р. Анализ процесса инкрустации семян в барабанном протравливателе-инкрустаторе // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013. № 1. С. 87–90.
9. Хасанов Э.Р. Инкрустация семян зерновых культур при разработке конструкции барабанного протравливателя-инкрустатора семян // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2012. № 1. С. 52–56.
10. Хасанов Э.Р., Мударисов С.Г. Моделирование процесса образования монодисперсного аэрозоля при предпосевной обработке семян // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 4 (48). С. 72–74.