

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СЕЯЛОК ДЛЯ ПУНКТИРНОГО ПОСЕВА СОИ

И. А. БЕРЕЖНОЙ
А. Т. ВОЛКОВ

Опыты с различными сортами сои, проведенные в БСХИ, ДВНИИСХ, на Амурской опытной станции, в совхозах Хабаровского и Приморского краев, показали, что пунктирный способ посева с между-рядьями 45 см при интервале между семенами 5—7,5 см дает прибавку урожая 3—4,5 ц/га и одновременно на 30% снижает расход семян. Для подтверждения приводим данные об урожае сои (в ц/га) при различных способах посева: ленточный, 45×15 см — 18,6, 51×15 см — 17,8; широкорядный, 45 см — 18,2, 60 см — 16,2; пунктирный, 45×5 см — 21,5, 45×10 см — 20,6, 45×15 см — 18,1, 60×5 см — 18,6, 60×10 см — 18,4.

Пунктирный способ посева сои можно осуществить переоборудованными свекловичными пунктирными сеялками СКРН-12 и 2СТСН-6. В этих сеялках применены высевающие аппараты механического действия с яченстыми дисками, расположенными наклонно и вертикально. Работа таких аппаратов на посевах сои и была исследована нами.

Высевались семена сорта Салют 216, отсортированные на машине ОС-4,5 так, что среди них не осталось зерен шириной менее 5 мм. Калибровке семена не подвергались. Изученные размерные признаки семян позволили составить корреляционные таблицы, вариационные ряды и кривые распределения семян. Как видно из рис. 1, по длине, ширине и толщине имеется прямопропорциональная корреляционная связь. Кривые и ряды указывают на преимущественное преобладание зерен с длиной 6,4—7,6 мм. Зерна с длиной более 8,2 мм встречаются редко. Не было семян длиннее 9 мм.

Учитывая все это, мы предлагаем определять диаметр ячеек высевающего диска для отсортированных семян сои по формуле:

$$2C_{\min} \cdot d \geq l_{\max},$$

где:

d — диаметр ячейки,
 C_{\min} — наименьшая толщина семени,
 l_{\max} — наибольшая длина семени.

Учитывая, что последние две величины равны соответственно 5 и 8,8 мм, принимаем для исследуемых аппаратов диаметр 9 мм. Диаметр

диска, коэффициентом трения семян по поверхности диска и углом наклона диска. Относительная скорость семян зависит от скорости вращения диска, коэффициента трения зерна по диску и формы зерна.

По результатам экспериментов нами получена следующая зависимость для семян сои, высеваемых аппаратом с наклонным и вертикальным расположением дисков:

$$V_{я} = (1,75 \div 2,5) V_{сем},$$

где:

$V_{я}$ — абсолютная окружная скорость ячейки,
 $V_{сем}$ — относительная скорость семени.

Зная предельную величину относительной скорости семени, при расчетах высевающих аппаратов можно определить допустимую скорость вращения диска. Точность заполнения ячеек в зависимости от относительной скорости семени, абсолютной скорости ячейки, толщины и угла наклона диска оценивалась нами не коэффициентом заполнения (то есть средним количеством семян, попадающих в ячейку), а вероятностью выноса семян ячейками по 0; 1 и 2 зерна:

$$P_0 = \frac{\sum m_0}{n}; P_1 = \frac{\sum m_1}{n} \text{ и } P_2 = \frac{\sum m_2}{n} \quad (1)$$

где:

$m_0; m_1; m_2$ — количество учетных ячеек, вынесших семена соответственно по 0; 1 и 2 в каждой ячейке;
 n — общее количество учетных ячеек.

Имея значения вероятностей, можно определить среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации заполнения ячеек по формулам:

$$\sigma_{з.я.} = \sqrt{M(m_i^2) - M^2(m_i)} \quad (1) \text{ и } V_{з.я.} = \frac{\sigma_{з.я.}}{M(m_i)} \quad (2)$$

где:

$\sigma_{з.я.}$ — среднее квадратическое отклонение,
 $V_{з.я.}$ — коэффициент вариации,
 $M(m_i)$ — математическое ожидание случайной величины, равное $\sum m_i \cdot P_i$,
 m_i — случайная величина,
 P_i — вероятность появления случайной величины,
 $M^2(m_i)$ — квадрат математического ожидания случайной величины.

Математическое ожидание численно равно среднему арифметическому случайной величины, то есть коэффициенту заполнения семенами ячеек. Правильность выбранной методики подтверждает приведенный ниже пример.

Высевающие аппараты с разной толщиной высевающих дисков обеспечивают приведенный в таблице вынос семян ячейками.

№ аппарата	Вероятность появления ячеек с количеством семян:			M(mi)	σ(шт.)	V(%)
	0	1	2			
1	0,15	0,7	0,15	1	0,48	48
2	0,1	0,8	0,1	1	0,45	45
3	0,05	0,9	0,05	1	0,32	32

всех приведенных в таблице аппаратов коэффициент заполнения равен единице, но большую точность высева обеспечивает третий аппарат, так как у него наименьший коэффициент вариаций заполнения ячеек и он выносит большим числом ячеек только одно зерно.

Используя предложенную методику и данные экспериментов (4), нами получены кривые изменения коэффициента вариации заполнения ячеек в зависимости от угла наклона, скорости вращения и толщины высевного диска (рис. 2).

Анализируя полученные графические данные зависимости (рис. 3), можно утверждать, что оптимальный угол наклона диска при скоростях вращения 0,22—0,34 м/сек — 45°; при дальнейшем уменьшении угла коэффициент вариации уменьшается незначительно. Кроме того, кривые изменения этого коэффициента для диска толщиной 6 мм расположены ниже, чем для дисков толщиной 5 и 5,5 мм, что указывает на целесообразность его применения.

Оценив параметры высевающего аппарата коэффициентом заполнения ячеек, ничего нельзя сказать о характере распределения растений в рядке, так как появление определенного количества растений зависит от многих факторов: лабораторной и полевой всхожести семян, качества работы высевающего аппарата, количества растений, уничтоженных вредителями, болезнями и при механической обработке посевов. Вероятность того, что из одного семени вырастет одно растение и даст урожай, по теореме умножения вероятностей равна:

$$P = P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6 \dots \dots \dots \quad (3)$$

где:

- P_1 — вероятность всхожести семени в лабораторных условиях,
- P_2 — вероятность полевой всхожести семени,
- P_3 — вероятность того, что семя не будет раздроблено при высеве,
- P_4 — вероятность того, что семя будет высеяно (то есть, что высевающий аппарат не будет делать пропусков),
- P_5 — вероятность того, что растение не погибнет от вредителей и болезней,
- P_6 — вероятность того, что растение не погибнет при механической обработке.

Учитывая формулу (3), можно определить вероятность противоположного события: $q = 1 - p$.

Если на участок рядка длиной l будет высеяно n семян, то вероятность того, что на этом участке не вырастет ни одного растения, составит:

$$q^n = (1 - p)^n$$

Следовательно, вероятность появления хотя бы одного растения на участке рядка длиной l будет равна:

$$P = 1 - (1 - p)^n \quad (4)$$

Если величина интервала между семенами составляет a , то количество семян на этом участке определится по формуле:

$$n = \frac{l}{a}$$

С учетом формулы (4) уравнение примет вид:

$$P = 1 - (1 - p)^{\frac{l}{a}} \quad (5)$$

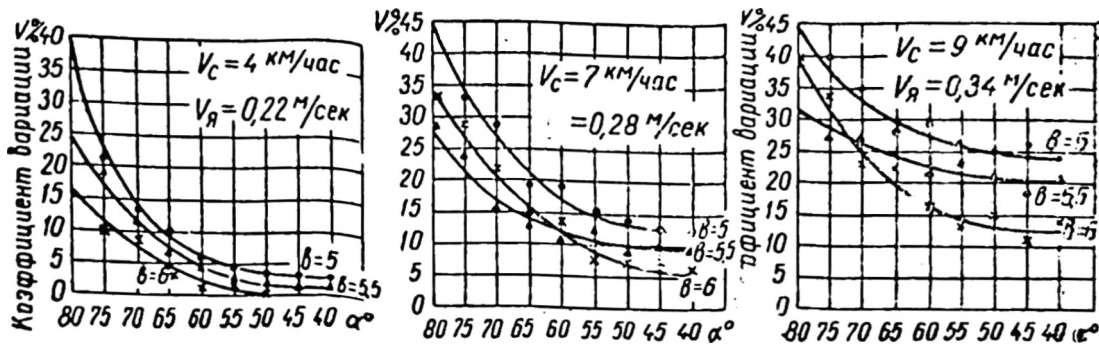


Рис. 2. Зависимость показателя точности заполнения ячеек от угла наклона высевного диска и его толщины при различных скоростях движения сеялки.

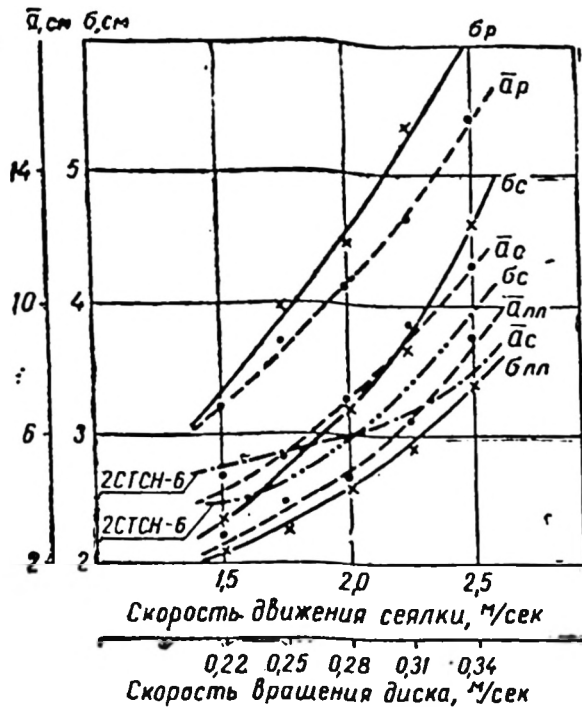


Рис. 3. Характеристика работы высевающих аппаратов сеялок 2СТСН-6 и СКРН-12:

σ_{л.л.} — среднее квадратическое отклонение интервалов распределения семян при высеве на липкую ленту, $\bar{a}_{л.л.}$ — средний интервал между семенами на липкой ленте, \bar{a}_c — средний интервал между семенами при высеве в поле, σ_c — среднее квадратическое отклонение интервалов распределения семян при высеве в поле, \bar{a}_p — средний интервал распределения растений, σ_p — среднее квадратическое отклонение интервалов распределения растений.

Чтобы на 1 га согласно агротехническим требованиям было 450 тыс. растений, необходимо, чтобы интервал между ними составлял около 6 см. Принимая учетную длину ряда равной необходимому интервалу между растениями $l = 6 \text{ см}$ и задаваясь вероятностью выращивания на этой длине ряда 1 растения не меньшей чем $P = 0,85$, по формуле (5) можно определить интервал, на который необходимо настраивать высевающий аппарат. При условии, что вероятность выращивания из одного семени одного растения будет равной $P = 0,7$, аппарат надо настраивать на интервал в 4 см. На такой интервал и был настроен аппарат при лабораторных и полевых испытаниях.

Оценку точности распределения интервалов между семенами и растениями производим средним квадратическим отклонением. Эта величина для оценки качества пунктирного посева является наиболее универсальной. Украинская МИС, например, в своей методике (2) рекомендует точность распределения интервалов между семенами оценивать коэффициентом вариации. На наш взгляд, это неправильно. Докажем это.

Одним и тем же аппаратом, перекрыв часть отверстий в высежном диске, произведем посев с различным средним интервалом между се-

менами. Допустим, что в первом случае аппарат обеспечил распределение семян со средним интервалом a_1 , а во втором — a_2 . Естественно, что величина среднего квадратического отклонения в обоих случаях одна и та же, тогда как величина коэффициента вариации соответственно:

$$V_1 = \frac{\sigma}{a_1} 100\% \text{ и } V_2 = \frac{\sigma}{a_2} 100\%$$

Это свидетельствует о том, что высевашающий аппарат при одних и тех же условиях работы высевает с различной точностью, чего на самом деле не происходит.

На рис. 3 представлены зависимости среднего интервала и среднего квадратического отклонения распределения семян на липкой ленте от скорости перемещения агрегата и скорости вращения диска. Наилучшие результаты распределения получены при скорости движения сеялки 4—7 км/час.

Для оценки качества работы высевашающего аппарата в полевых условиях, помимо характеристик распределения семян, определялись еще и в зависимости от скорости движения агрегата средние интервалы между растениями и их средние квадратические отклонения (рис. 3).

Анализируя полученные графики, можно сделать вывод: несмотря на то, что аппарат настроен на высеv семян с интервалом в 4 см, фактически и при высеvе на липкую ленту и при высеvе в поле получены значительные расхождения заданного интервала и средних расстояний в рядке между семенами тем более между растениями.

Эти расхождения возрастают с ростом скорости агрегата. Так, для сеялки СКРН-12 при скорости 9 км/час среднее расстояние между семенами на липкой ленте увеличивается до 8 см, а в поле среднее расстояние между семенами равно 11,3 см, между растениями — 16 см. Это объясняется тем, что при скорости вращения диска 0,34 м/сек на перераспределении семян больше сказывается наличие семяпровода; кроме того, возрастает скольжение колес сеялки, а отсюда увеличивается неравномерность вращения высеvного диска и значительно ухудшается распределение семян.

На распределение растений в рядке, помимо всего прочего, как указывалось выше, влияет вероятность выростания из семени растения и его развития до полного созревания.

Вполне допустимое расхождение расчетного и фактического интервала (до ± 4 см) можно признать при скоростях сеялки менее 7 км/час.

Об интенсивности изменения интервалов распределения семян и растений в зависимости от поступательной скорости можно судить по кривым изменениям среднего квадратического отклонения интервалов.

Теоретический анализ характера распределения семян и растений определил следующую зависимость средних интервалов между растениями от средних интервалов между семенами:

$$M_{[p]} = \frac{M_{[c]}}{p}$$

Аналогично и для средних квадратических отклонений:

$$\sigma_p = \frac{\sigma_c}{p} \quad (6)$$

где:

- $M_{(c)} - \bar{a}_c$ — средний интервал распределения семян в поле,
 $M_{(p)} - \bar{a}_p$ — средний интервал распределения растений,
 σ_c — среднее квадратическое отклонение распределения семян,
 σ_p — среднее квадратическое отклонение распределения растений,
 p — вероятность вырастания из семени растения и его развития до созревания.

Расположение на рис. 3 кривых \bar{a}_c ; \bar{a}_p и σ_c ; σ_p подтверждает правильность теоретических рассуждений.

Как видно из формулы (6), среднее квадратическое отклонение распределения растений приближается к среднему квадратическому отклонению распределения семян с увеличением p .

Таким образом, замерив в поле интервалы между растениями и определив их среднее квадратическое отклонение, и зная вероятность вырастания из семени растения для данных условий, можно без раскрытия бороздки по формуле (6) определить среднее квадратическое отклонение распределения семян, то есть узнать, с какой точностью был произведен посев, что особенно важно для сравнения работы высевающих аппаратов различных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков А. Т., Метелкин В. В. Исследование работы зерновых сеялок на посеве сои. — В кн.: Соя — ведущая культура в интенсификации земледелия на Дальнем Востоке. Хабаровск, 1964.
2. Методика испытания свекловичных сеялок. Украинская МИС, 1961.
3. Любушко Н. И. Исследования высевающих аппаратов зерновых сеялок из посева бобовых культур. Мат. НТС, ВИСХОМ, вып. 16. М., 1964.
4. Волков А. Т., Бережной И. А., Могилла В. Н. Отчет по теме «Исследование работы высевающего аппарата сеялки СКРН-12 на посеве сои»; рукопись. БСХИ, 1963.
5. Обязательные агротехнические правила по возделыванию основных сельскохозяйственных культур. Благовещенск, 1961.