

На правах рукописи

СОЛДАТОВ Юрий Игоревич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАГУЩЕННОГО ПОСЕВА СЕМЯН
САХАРНОЙ СВЁКЛЫ.**

Направление 35.04.06 – Агроинженерия

Автореферат
магистерской диссертации

Воронеж – 2020

Работа выполнена на кафедре сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ).

Научный руководитель доктор технических наук, профессор
Казаров Ким Рубенович

Официальный оппонент главный инженер ООО УК «Агрокультура»
Кочкин Семён Сергеевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В нашей стране сахарная свёкла – единственное сырьё для получения сахара. Из 1 центра сахарной свёклы после переработки выходит 12...16 кг сахара, примерно 90 кг жома и 4...6 кг патоки. В то же время, сахарная свёкла является одной из самых высокозатратных культур сельского хозяйства. Достичь высокой урожайности невозможно без использования качественных семян.

К сожалению, производство семян в нашей стране находится на низком уровне по качеству и по количеству, и не может в полной мере обеспечить запросы всех свекловодческих хозяйств. Поэтому отечественным свекловодам приходится довольствоваться семенами зарубежных производителей, что сильно повышает себестоимость сахарной свёклы. Для вывода свекловодства из кризиса и его дальнейшего развития, необходимо обеспечить сельхозпредприятия высококачественными и конкурентоспособными семенами.

Но в настоящее время мы наблюдаем тенденцию снижения (ВНИИСС), а то и полное прекращение производства семян сахарной свёклы. В результате наша страна импортирует около двух третей от требуемого количества продукта. Причём по качеству импортные семена не имеют преимуществ перед отечественными, а стоимость в 3-5 раз выше.

В связи с этим важное народнохозяйственное значение имеет поиск путей увеличения объёма производства с целью удовлетворения потребностей свекловодства в высококачественных семенах сахарной свёклы.

Степень разработанности темы. Вопросами загущенного посева семян сахарной свёклы занимались и занимаются в настоящее время множество ученых. Исследования в данной области рассматривались в трудах Казарова К.Р., Бартенева И.И., Нанаенко А.К., Забугина В.Ю., Борзенкова С.П., Добротворцевой А.В., Лукиной И. К., Горшенина В. И., Абросимова А.Г., Соловьева С.В., Дробышева И.А., Алёхина А.В., Гаврина Д.С., Завражнова А. И., Суворина Н.А. и др. Представленные авторы достаточно полно в своих трудах осветили процесс загущенного посева семян сахарной свёклы для получения в дальнейшем качественного семенного материала, однако, остаются нерешенными отдельные вопросы.

Изучение и анализ литературных и патентных источников показали следующее: способ выращивания корнеплодов сахарной свёклы методом ленточного посева по схеме 45х15 см был апробирован более 5 лет назад, отмечены его преимущества, но главным недостатком данной методики, тормозящей его практическую реализацию, является недостаточно полно разработанная система машин для возделывания и уборки корнеплодов сахарной свёклы, высеянной по схеме 45х15 см.

Цель исследования. Повышение выхода маточников с 1 га, за счёт ленточного посева семян по схеме 45х15 см.

Задачи исследования:

Модернизация механической сеялки точного высева ССТ-12Б для посева семян сахарной свёклы по схеме 45х15 см и провести её испытания в лабораторных условиях.

Разработать программу математического моделирования прогнозируемой урожайности и выхода маточников семян сахарной свёклы при использовании различных схем посева.

Экономически обосновать схему загущенного посева в сравнении с традиционной при различной густоте насаждения.

Объектом исследования является технологический процесс формирования густоты насаждения корнеплодов сахарной свёклы.

Предметом исследований является изучение закономерности интервального распределения семян в борозде при различных способах формирования густоты насаждения и её влияния на выход маточных корнеплодов.

Научную новизну работы составляют предложен модернизированный делитель потока семян на сеялку ССТ-12Б для реализации загущенного посева по схеме 45х15 см с использованием имеющихся на предприятии сеялок.

Предложена математическая программа для вычисления будущего урожая семян сахарной свёклы в зависимости от схемы посева, дополнительно включающая в себя экономические расчёты.

Теоретическая и практическая значимость работы. Предложенный делитель потока позволит осуществлять высева семян сахарной свёклы по схеме 45х15 см с минимальными затратами на модернизацию имеющихся на предприятии сеялок. Разработанная математическая программа на основе статистических данных прогнозирует будущий урожай корнеплодов сахарной свёклы в зависимости от схемы посева.

Методология и методы исследования. Теоретические исследования базировались на математическом моделировании процесса посева семян сахарной свёклы в зависимости от распределения семян в борозде и их полевой всхожести; экспериментальные исследования проводили в лабораторных условиях кафедры; результаты экспериментальных исследований обрабатывали с использованием пакета программ Mathcad 14, Microsoft Excel, и др.

Степень достоверности и апробации результатов. Результаты получены применением современных апробированных теоретических подходов, методов математического анализа, теории посевных машин, реализацией математической модели на ЭВМ, планированием и проведением эксперимента, сопоставлением результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Достоверность результатов работы подтверждается: методологической базой исследований, проведением системного анализа решаемых задач и применением методов математического моделирования, применением современных средств вычислительной техники.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались:

на научно-практических и учебно-методических конференциях Воронежского ГАУ (2018 - 2020 гг.)

на научно-практической конференции «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АГРОИНЖЕНЕРИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ» в ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ (2018 г.)

Личный вклад соискателя Личный вклад соискателя заключается в постановке задач исследования, выборе методов и методики исследований, выполнении математических преобразований и расчетов, разработке математической модели, реализации модели на ЭВМ, получении экспериментальных данных, формулировке выводов.

Публикации. Результаты диссертационной работы опубликованы в восьми научных статьях

Структура и объём диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников, включающего 94 наименования, и приложений. Диссертация изложена на 117 страницах компьютерного текста, включая 87 рисунков и 12 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследований, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе «Современные технологии возделывания сахарной свёклы» освещён анализ современного состояния свекловодства в Центрально-Чернозёмном регионе и в Российской Федерации в целом. Приведена краткая информация о почвенно-климатических условиях в ЦЧР.

В главе изложены основные требования по агротехнике корнеплодов сахарной свёклы и рекомендации по агротехнике семенников. Рассмотрены методы выращивания семян сахарной свёклы: высадочный, безвысадочный и методом штеклингов. Описаны способы обработки семян перед посевом: калибровка, дражирование, капсулирование и инкрустирование.

Изучением загущенного посева семян сахарной свёклы занимались Казаров К.Р., Бартенев И.И., Нанаенко А.К., Забугин В.Ю., Борзенков С.П., Добротворцева А.В., Лукина И. К., Горшенин В. И., Абросимов А.Г., Соловьев С.В., Дробышев И.А., Алёхин А.В., Гаврин Д.С., Завражнов А. И., Суворин Н.А., Чернышов А.Т. и другие.

На основании изучения этих работ был сделан вывод, что классическая схема выращивания корнеплодов 45х45 полностью себя исчерпала, и выведение новых гибридов сахарной свёклы существенной прибавки к урожайности не даст, и вследствие этого необходимо использовать технологию ленточного посева семян сахарной свёклы по схеме 45х15 см в шахматном порядке. Внедрение в практику данной схемы способствует получению высокого экономического эффекта как в производстве семян, так и непосредственно в производстве корнеплодов.

Во второй главе «Обзор машин для посева сахарной свёклы» приведён анализ рынка мировых производителей сахарной свёклы, который показывает, что он в большинстве представлен (до 70%) универсальными сеялками точного высева с диапазоном рядности от 4-6 до 36 (США). Основные показатели: междурядья – 45 см (Россия) и 50..56 см (Европа и США), расстояние между семенами – 12-17 см, норма высева – 7-8 шт/м. Отмечено, что по конструкции дозирующего устройства предпочтение отдаётся пневмомеханическим высевающим аппаратам, предназначенным для посева дражированных семян.

В главе приведён обзор современных зарубежных сеялок пневматического и механического принципа действия, в той или иной степени используемых в Российской Федерации. Особый интерес представляют сеялки загущенного посева от зарубежных коллег.

Например, прицепная сеялка 3XL TWIN от MaterMass осуществляет прецизионный высеv технических культур двухстрочечным способом. В каждой высевающей стойке посев производится в две строчки с раскладкой семян в шахматном порядке. Стойка производит высеv с минимальным расстоянием между строчками 22 см, между рядами – 70 см. Производителем запатентована система пневматического распределителя семян при высеве MagicSem, которая обеспечивает постоянный и однородный отрыв семян в нужный момент без повреждения.

Интересный экземпляр представила компания Lemken, которая выпустила принципиально новый вид сеялки Azurit 9/8.75 K D. Принцип её работы заключается в том, что семенной бункер объёма 600 литров дозирует семена с помощью шнека, и потоком воздуха семена доставляются к соответствующим высевающим секциям, которые информируют о необходимости о подаче порции семян. Ещё одним новшеством в сеялке Lemken Azurit 9 является использование технологии DeltaRow, суть которой состоит в высеве семян в ряд, состоящий из 2-х полурядов на расстоянии 12,5 см, между которыми укладываются удобрения. Синхронизация полурядов производит точный высеv треугольной посадкой. В результате, по сведениям производителя, увеличивается площадь для каждого растения до 70% и они получают больше воды, питательных веществ и света.

Третья глава «Комплекс машин для возделывания сахарной свёклы по схеме 45x15 см» содержит теоретические сведения, необходимые для полноценной реализации посева семян сахарной свёклы по схеме 45x15 см непосредственно в хозяйстве.

Для посева дражированных семян предложена механическая сеялка точного высева на базе ССТ-12Б, где счёсывающий ролик был заменён скребком, установленным по касательной диска, под углом α , что предотвращает дробление семян из-за исключения сжимающих нагрузок. А для посева по схеме 45x15 см с шахматным расположением семян в двух смежных рядках, устанавливаются высевающие диски с угловым смещением.



Рисунок 1 – Модернизированная сеялка

Для того, чтобы увеличить выход корнеплодов с единицы площади с небольшими затратами на модернизацию имеющихся в хозяйстве сеялок, что особенно актуально для фермерских хозяйств, предложен делитель потока, который устанавливается на базе механической свекловичной сеялки точного высева ССТ-12Б. Каждая посевная секция сеялки состоит из бункера, двухрядного высевающего диска с шахматным расположением ячеек, делителя потока, и двух анкерных сошников, закреплённых в технологических пазах сеялки с помощью двух пластин.

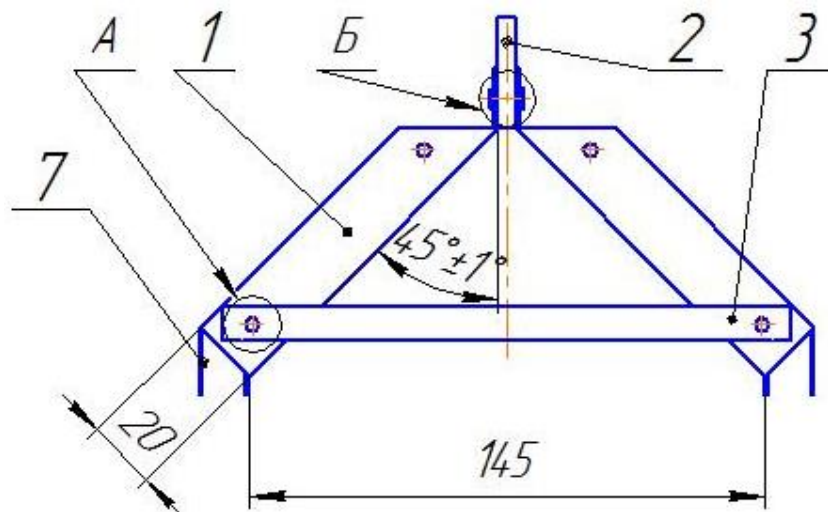


Рисунок 2 - Общий вид разработки

Непосредственно делитель потока состоит из двух трубок прямоугольного сечения 1, находящимся под углом 45° к вертикальной плоскости и соединённых между собой крепёжными усиливающими пластинами 3. Между профилями установлена перегородка в поперечно-вертикальной плоскости 2, разделяющая

поток семян с каждого ряда высевающего диска в соответствующие полости трубок, откуда уже семена попадают в сошник. В целях предупреждения вылета семян за пределы сошника, на трубках установлены направляющие 7.

Для обработки посевов от сорняков используется машина, сконструированная на раме пропашного культиватора и состоит из листоподъёмника (механический или пневматический в зависимости от модификации) с защитными щитками, предотвращающими попадание гербицидов на листовую поверхность свекловичных растений. Под щитками располагаются два щелевых инжектора, вносящих гербициды в защитную зону рядка с перекрытием.

Для уборки используется корчеватель, принцип работы которого заключается в следующем. Рабочие органы приводит в действие ВОМ трактора. Во время движения агрегата по рядку происходит выкапывание корнеплодов сахарной свёклы, причём передняя часть рабочего органа в качестве двух долотообразных рыхлителей, рыхлящих почву, а рабочая и задние части копача, изготовленные в виде прутков, извлекают корнеплоды и сепарируют почву.

В четвёртой главе «Методика проведения лабораторных и программных исследований» представлена программа и методика экспериментальных исследований, описаны рекомендации по испытаниям разработанного делителя потока. Для данного исследования использовались экспериментальные установки: одна из них имитирует движение агрегата по полю (лента, с наклеенной клейкой лентой) и непосредственно испытываемый высевающий аппарат. В результате опыта на клейкой ленте оценивалась равномерность распределения семян в каждом из рядков.

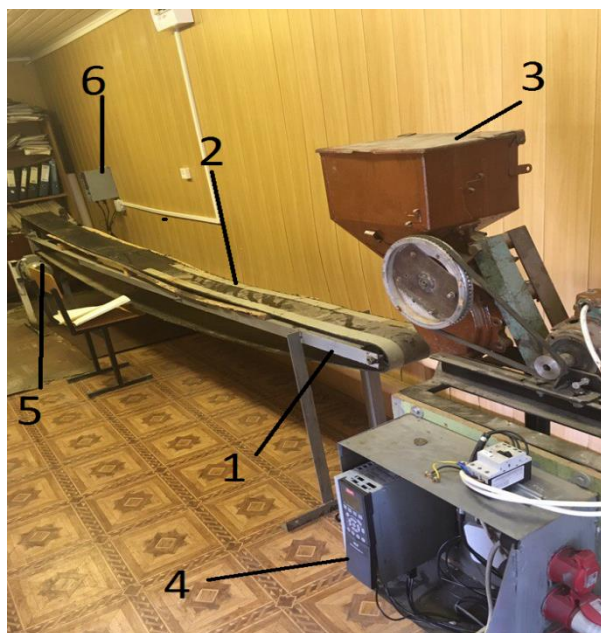


Рисунок 3 – Экспериментальная установка для посева семян сахарной свеклы с шириной междурядья 15 см
1– рама установки; 2– липкая лента; 3– высевающий аппарат; 4– частотник для привода ленты; 5– мотор-редуктор; 6– частотник для привода мотор-редуктора.

Дополнительно в данной главе представлена методика исследований с помощью программы расчёта урожайности в зависимости от схемы посева, густоты насаждения растений и полевой всхожести семян. Представлена математическая модель всего периода возделывания сахарной свёклы.

Вначале мы вводим переменные, на которых основывается вычисление: полевая всхожесть, коэффициент вариации интервалов между семенами, и др. Прописываем также в исходных данных выбор схемы посева. Для более наглядного выбора альтернативы, мы используем управляемый элемент (список), где указываем текстовый массив данных по схемам посева. В связке с этим элементом вводим матрицу средних величин междурядья (см).

Листинг 1. Исходные данные в программе MathCAD

Программа для расчета урожая сахарной свеклы в зависимости от схемы посева.

Схема посева, см

```
45x15
45x45
56x56
45x30
45x22,5
```

Средняя величина междурядья:

```
вср := (0 0.309 0.45 0.56 0.375 0.336)
```

После ввода независимых переменных, перейдём к непосредственным вычислениям. Принимаем, что плотность распределения интервалов между растениями при выходе из высевающего устройства подчинена нормальному закону со следующими числовыми характеристиками: среднеквадратическое отклонение σ и математическое ожидание m .

$$f(x) = \text{dnorm}(x, m, \sigma). \quad (1)$$

Логично, что соблюсти абсолютную точность в распределении посевного материала невозможно, и при загущенном посеве с уменьшением расстояний между посевами в бороздах на дне появляется нарушение последовательного расположения семян, относительно порядка их выхода из высевающего устройства (так называемая инверсия семян), отобразим это в выражении (2):

$$f_1(x) = f(-x) + f(x). \quad (2)$$

В результате получаем условную кривую плотности распределения с числовыми характеристиками m_y и σ_y . Для приведения математического ожидания к действительному значению отрицательные интервалы переносят в положительную зону с теми же абсолютными значениями аргумента. При этом уменьшается вероятность появления больших интервалов и увеличивается вероятность появления малых интервалов.

$$P_1 = \int_{-\infty}^0 f(x) dx. \quad (3)$$

Введём поправочную функцию с учётом инверсии семян после перенесения отрицательных интервалов в положительный сектор:

$$q_1(x) = 1 - 1,917 * P_1 * \frac{x - m_y}{m_y}. \quad (4)$$

А плотность вероятности реального трансформирования нормального распределения при переносе отрицательных интервалов в область положительных значений аргумента по абсолютной величине определяется выражением:

$$f_2(x) = q_1(x) * f_1(x). \quad (5)$$

Полученная плотность распределения соответствует действительному распределению семян с исходным значением математического ожидания. Из выражений (3) и (4) видно, что при отсутствии отрицательных интервалов (инверсии) $P_1 = 0$ выражение (5) примет вид выражения (1).

При моделировании преобразования потока распределения семян в борозде в поток всходов принимаем допущения, что полевая всхожесть семян известна и равна p , а также семена при прорастании не отклоняются от места расположения на дне борозды:

$$f_3(x) = \sum_n (p * q^{n-1} \text{dnorm}(x, m(n), \sigma_2)). \quad (6)$$

где q – вероятность появления невсхожих семян, $q = 1 - p$;

n – количество интервалов, кратных математическому ожиданию с учётом полевой всхожести семян;

$m(n)$ – математическое ожидание интервалов между растениями ($m, 2m, 3m$ и т.д.);

σ_2 – среднее квадратическое отклонение, вычисленное по выражению (5)

Теперь проводим вычисление числовых характеристик ряда с учётом инверсии семян в борозде: мат.ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации (листинг 2):

Листинг 2. Числовые характеристики ряда в MathCAD

Математическое ожидание:	$m_2 := \int_0^{100} x \cdot f_2(x) dx$
Дисперсия:	$d_2 := \int_0^{100} (x - m_2)^2 \cdot f_2(x) dx$
Среднее квадратическое отклонение:	$\sigma_2 := \sqrt{d_2}$
Коэффициент вариации:	$V_2 := \sigma_2 \cdot m_2^{-1}$

Вычислив плотность распределения растений, с учётом полевой всхожести семян и инверсии по формуле 6, проинтегрируем данную функцию в пределах от 0 до 150:

$$P(g_i) = \int_{x_i}^{x_{i+1}} f_3(x) dx \quad (5.7)$$

Зададим числовой ряд расстояний между всходами матрицей. Для автоматизации данного процесса используем цикл *for* (листинг 3).

Листинг 3. Заполнение матрицы расстояний между всходами с помощью цикла *for*
 Расстояние между всходами зададим матрицей, см

$$\text{xs} := \left| \begin{array}{l} \text{for ik} \in 0..41 \\ \left| \begin{array}{l} X_{0,ik} \leftarrow ik \cdot 2.5 \text{ if } ik < 41 \\ X_{0,ik} \leftarrow 150 \text{ if } ik = 41 \end{array} \right. \\ X \end{array} \right.$$

Определим количество растений на 1 га по формуле (8), используя необходимый столбец матрицы *bcp* (листинг 1).

$$N = \frac{10\,000 * 100}{b_{cp} * m_p} \quad (8)$$

Для перевода векторного значения столбца матрицы в скалярный вид, используем операцию вычисления детерминанта. Для получения матрицы вероятного количества корнеплодов, в зависимости от расстояния между посевами, используем операцию интегрирования (формула 7) с вложенным циклом *for* (листинг 4).

Листинг 4. Операция интегрирования с вложенным циклом *for*

$$\text{Pxs} := \left| \begin{array}{l} \text{for } i \in 0..(\text{cols}(\text{xs}) - 2) \\ \text{for } j \in i + 1 \\ \int_{|xs^{(i)}|}^{|xs^{(j)}|} f_3(x) dx \\ \text{Pxs}_{0,i} \leftarrow \frac{\quad}{P} \\ \text{Pxs} \end{array} \right.$$

Для получения матрицы количества всходов на гектар, проведём скалярное произведение результата формулы (8) *No* на вероятность *Pxs*. Общее количество всходов получим, просуммировав данное произведение. Для определения сохранности растений, используем операцию с вложенным циклом (листинг 5).

Листинг 5. Расчёт сохранности растений с помощью вложенных циклов *for*

$$\text{Cxs} := \left| \begin{array}{l} \text{for } i \in 0..(\text{cols}(\text{xs}) - 2) \\ \text{for } j \in i + 1 \\ C_{0,i} \leftarrow \left(1 - \frac{2 \cdot 0.73}{|xs^{(i)}| + |xs^{(j)}|} \right) \\ C \end{array} \right.$$

После проведённого расчёта, найдём количество корнеплодов более 100 г перед уборкой, методом произведения векторов (перемножение одноимённых столбцов матрицы), и находим их сумму.

Для определения массы корнеплодов, мы снова будем использовать операцию с вложенными циклами, дополнительно используя операцию ветвления (листинг 6).

Листинг 6. Операция определения массы корнеплодов с использованием вложенных циклов *for* и операции ветвления *if*

```

Gxu :=
  for i ∈ 0..(cols(xs) - 2)
    for j ∈ i + 1
      Gx0,i ← Gmax[1 - 0.5 · (e-0.5 · |xs(i)| · λ1 + e-0.5 · |xs(j)| · λ2)] if i ≤ (cols(xs)-3)
      Gx0,i ← Gmax[1 - 0.5 · (e-0.5 · |xs(i)| · λ1 + e-0.5 · |xs(j)| · λ2)] otherwise
  Gx
  
```

На выходе программы мы получаем результаты по количеству корнеплодов на гектар, урожайность сахарной свёклы и графики в зависимости от междурядья.

Листинг 0.7. Результаты вычислений в MathCAD

Результаты расчёта:

Схема посева:	CP = "45x15"
Количество корнеплодов перед уборкой более 100 г	No = 1.455 × 10 ⁵
Урожайность сахарной свёклы, ц/га	Uxo = 654.273
Средний интервал между семенами, см	mc = 20
Полевая всхожесть	p = 0.9
Коэффициент вариации интервалов между семенами	v = 0.3

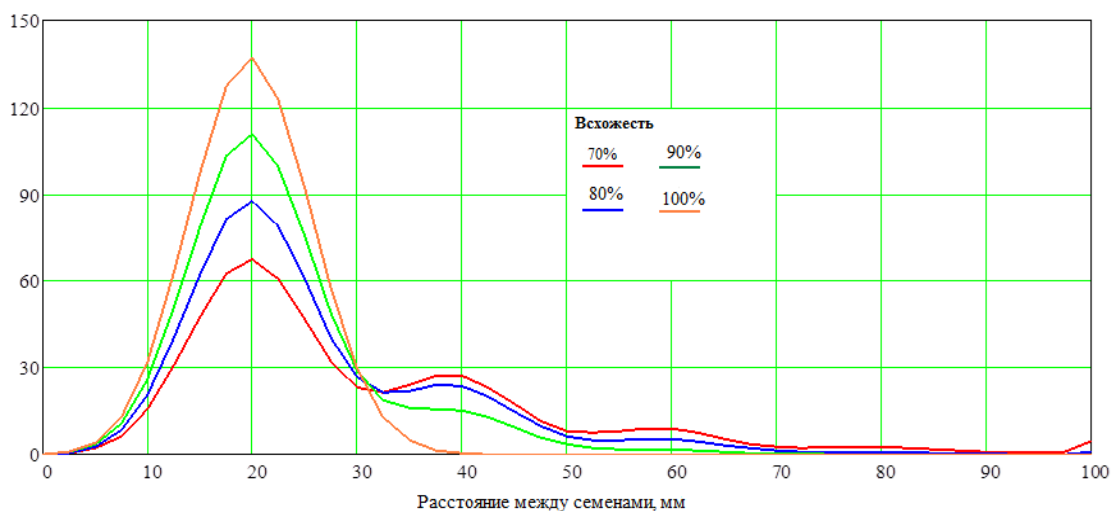


Рисунок 4 - Расчётная урожайность при схеме посева 45x15 см

В пятой главе «Результаты и анализ лабораторных и компьютерных исследований» описываются графики, полученные в результате эксперимента и программных вычислений. График зависимости урожайности корнеплода от густоты насаждения и всхожести, полученный в результате вычислений (глава 5), выглядит следующим образом (рисунок 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в стране наметилась тенденция интенсификации производства сахарной свёклы, повысилась её урожайность, увеличились валовые сборы. Но главным «тормозом» развития производства является не соблюдение технологии возделывания: нарушение чередования культур в севообороте, неправильной обработке почвы, несоблюдение доз органических и минеральных удобрений, несвоевременное применение мер борьбы с болезнями, вредителями и сорной растительностью, и отсутствие высокопроизводительной техники.

Чтобы реализовать интенсивное свекловодство на практике, необходимо соблюдать ряд факторов, в особенности:

- ✓ Необходимость создать и внедрить в производство высокопродуктивные сорта и гибриды с повышенным выходом сахара и устойчивостью к болезням, и обеспечить свекловодство высококачественными семенами.
- ✓ Агротехнические и химические мероприятия по возделыванию проводить качественно и своевременно.
- ✓ Внедрять ресурсосберегающие приёмы обработки почвы с использованием широкозахватной техники, комбинированных агрегатов, позволяющих осуществлять работы на поле в оптимальные сроки, экономить ГСМ и снижать издержки производства.

Агротехника на высоком уровне позволит получать гарантированные урожаи корнеплодов независимо от погоды и поддерживать бесперебойную работу свеклоперерабатывающих предприятий.

Установлено, что оптимальный интервал при посеве сахарной свёклы по схеме посева 45х45 см и 15х45 зависит от точности распределения семян при посеве и различной полевой всхожести семян.

Так при числовых характеристиках распределения семян $p=1$, $v=0,8$ средний интервал между семенами составляет 11 см, что соответствует густоте насаждения 9,1 шт./м. С уменьшением полевой всхожести семян оптимальный интервал между семенами уменьшается. Так при полевой всхожести $p=0,4$ (40%) оптимальный интервал между семенами составляет 4...5 см. Стоит отметить тот факт, что на практике высевают семена высокой всхожести и готовят участок для посева, чтобы полевая всхожесть составляла не меньше $p > 0.6$ (60%). Причём установить точность заделки семян с коэффициентом вариации менее 0,4 при норме посева более 6 шт./м практически невозможно.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Казаров К.Р.** Моделирование выхода маточных корнеплодов сахарной свёклы при различных схемах посева /К.Р. Казаров, И.К. Лукина, В.А. Черников, Ю.И. Солдатов/ Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения», посвящённой 40-летию Белгородского ГАУ. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 81 – 84.
2. **Казаров К.Р.,** Влияние числовых характеристик распределения семян в борозде на урожайность сахарной свеклы [Текст] / К.Р. Казаров, В.А. Черников, И.К. Лукина, Ю.И. Солдатов, О.Н. Щербаков // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: Материалы национальной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I (Воронеж, 26 февраля 2019 г.) – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2019. – С. 88-94.
3. **Казаров К.Р.,** Моделирование выхода маточных корнеплодов сахарной свеклы при различных схемах посева [Текст] / К.Р. Казаров, В.А. Черников, И.К. Лукина, Ю.И. Солдатов // Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения (Майский, 19 ноября 2018 г.) – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – 2018. – С. 81-85.
4. **Казаров К.Р.,** Обоснование нормы высева семян сахарной свеклы путем моделирования [Текст] / К.Р. Казаров, В.А. Черников, И.К. Лукина, Ю.И. Солдатов // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: Материалы национальной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I (Воронеж, 26 февраля 2019 г.) – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2019. – С. 94-100.
5. **Солдатов Ю.И.** Анализ распределения семян сахарной свёклы сеялкой ССТ-12В в системе R [Текст] / Ю.И. Солдатов, К.Р. Казаров, П.В. Москалев // Наука, образование и инновации в современном мире (НОИ-2019): Материалы Национальной научной конференции Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Воронеж, 17-18 апреля 2019 г.) – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2019. – С. 251-256.
6. **Солдатов Ю.И.,** Обзор современных частотных преобразователей [Текст] / Ю.И. Солдатов, С.А. Филонов // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I (Воронеж, 14-16 ноября 2018 г.) – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2018. – С. 458-462.

7. **Филонов С.А.**, Частотно-регулируемый электропривод как способ оптимизации электропотребления [Текст] / С.А. Филонов, Н.В. Прибылова, Ю.И. Солдатов // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы международной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I (Воронеж, 26-27 ноября 2018 г.) – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2018. – С. 197-204.
8. **Казаров К.Р.** The overview of modern seeders for sugar beet sowing / К.Р. Казаров, Ю.И. Солдатов // АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АГРАРНОЙ НАУКИ, ПРОИЗВОДСТВА И ОБРАЗОВАНИЯ: Материалы V международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (на иностранных языках). (Воронеж, 2019) - Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2019. – С. 145-151.



СОЛДАТОВ Юрий Игоревич
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАГУЩЕННОГО ПОСЕВА СЕМЯН
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ.

Автореферат
магистерской диссертации