

ЭКОНОМИКА

УДК 633.63:631.55(476)

ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ УБОРКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ИГ. Аналич, Т.Н. Ивасимова, Д.А. Абузова

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 30.06.2014 г.)

Аннотация. В статье предлагается новая методика оптимизации сроков уборки сахарной свеклы. Практическая реализация экономико-математической модели, разработанной авторами, позволяет существенно увеличить выход сахара с единицы площади и повысить экономическую эффективность изучаемой отрасли.

Summary. The article proposes a new method of optimizing the terms of sugar beet harvesting. Practical implementation of economic and mathematical model developed by the authors can significantly increase the sugar yield per area unit and enlarge the economic efficiency of sugar beet subcomplex.

Введение. Сахарная свекла является важной народнохозяйственной культурой. Эффективное функционирование свеклосахарного подкомплекса во многом определяет уровень продовольственной безопасности государства.

В настоящее время в Республике Беларусь действует Государственная программа развития сахарной промышленности на 2011-2015 гг, которая предусматривает доведение объема валового сбора сахарной свеклы до 5,5 млн. т. Сахаристость сельскохозяйственной продукции данного вида должна быть увеличена до 17%. Практическая реализация программы приносит ощутимые результаты. В частности, увеличивается урожайность сахарной свеклы, растет её сахаристость, соответственно повышается выход сахара с единицы площади. Однако по выходу сахара с 1 га Республика Беларусь отстает от большинства европейских стран. В настоящее время выход сахара с 1 га в среднем по стране составляет 6 т, в то время как в Польше данный показатель достигает 8-10 т, во Франции – 12-14 т. Во многом это объясняется тем, что биологическая продуктивность климата в Беларуси ниже аналогичного показателя европейских стран. Например, биологическая продуктивность климата в Беларуси оценивает-

ся в 100-120 баллов, в Великобритании она равна около 125, в Польше – 125-135, в Германии – 125-140. [1]

Выход сахара можно повысить за счет оптимизации уборочного процесса сахарной свеклы. Это связано с тем, что содержание сахара в сладких корнеплодах зависит от используемых сортов и конкретных сроков уборки того или иного сорта.

Цель работы – разработать оптимальный график уборки отдельных сортов сахарной свеклы, используя экономико-математическую модель.

Материал и методика исследований. Общеизвестно, что сахарная свекла накапливает сахар по мере созревания. Этот факт подтверждают многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых. При этом уровень и динамика накопления сахара в сладких корнеплодах зависит от конкретного сорта. Ниже приведена информация российских ученых о динамике накопления урожайности сахарной свеклы и изменения сахаристости наиболее перспективных гибридов [2].

Таблица 1 – Биологическая урожайность и сахаристость корнеплодов сахарной свеклы в отдельные периоды

Показатели	Гибриды			
	Стандарт	Импала	Бритни	Иллинойс
Урожайность, т/га				
20.08	38,0	45,2	45,0	46,5
20.09	59,8	68,0	68,9	74,9
15.10	61,7	72,5	74,9	76,5
Сахаристость, %				
20.08	13,72	14,01	13,70	14,11
20.09	14,59	15,28	15,90	15,28
15.10	15,19	15,35	15,95	15,59
Выход сахара, т/га				
20.08	5,21	6,33	6,16	6,56
20.09	8,72	10,39	10,95	10,74
15.10	9,37	11,13	11,95	11,93

Уборка сахарной свеклы охватывает достаточно большой период времени, что связано с определенными объективными причинами. Уже не первый год в Беларуси применяются ранние сроки уборки сладких корнеплодов. Это способствует равномерной загрузке мощностей перерабатывающих предприятий, сокращению потерь при транспортировке и хранении сырья. В целях стимулирования сельскохозяйственных предприятий, реализующих свеклу ранее оптимальных сроков, им выплачиваются надбавки к закупочным ценам.

Как правило, любое предприятие возделывает несколько сортов данной культуры, поэтому во время проведения уборочной кампании произ-

водитель должен решить вопрос о конкретных сроках уборки каждого сорта. Это позволяет увеличить выход сахара в целом по хозяйству.

На основании информации, приведенной в таблице 1, авторами на первом этапе исследования предлагается получить функции, отражающие зависимость между временем уборки того или иного сорта и выходом сахара с единицы площади. После чего решить задачу оптимизации сроков уборки сахарной свеклы. Для этого предлагается экономико-математическая модель, позволяющая оптимизировать уборочный процесс сахарной свеклы на уровне отдельного предприятия.

Данная модель включает два ограничения. Первое из них имеет вид:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = S_i \quad i = 1..m \quad (1)$$

Его суть состоит в том, что каждый сорт должен быть убран за определенное время.

Второе ограничение структурной модели указывает на недопустимость параллельного использования техники при уборке различных сортов:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \leq 1, \quad j = 1..n \quad (2)$$

В противном случае, который учитывает возможность одновременной уборки нескольких сортов, в правой части ограничения необходимо указать количество уборочных агрегатов, задействованных в сборе урожая.

Целевая функция экономико-математической модели – получение максимального количества сахара за весь уборочный период в целом по предприятию:

$$F_{\max} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{ij} X_{ij} \quad (3)$$

Здесь переменные X_{ij} обозначают целесообразность уборки i -го сорта в j -й день. Они могут принимать только два значения: 0 или 1.

Постоянная величина m – это количество сортов, которое выращивает предприятие. В свою очередь, число n представляет собой продолжительность уборочного процесса в днях. Наконец, постоянные величины S_i и P_{ij} отражают общее время уборки конкретного сорта и выход сахара при определенных условиях, соответственно.

Результаты исследований и их обсуждение. Используя данные таблицы 1, авторами статьи рассчитаны функциональные зависимости

между конкретным временем уборки сахарной свеклы и выходом сахара с 1 га соответствующего сорта.

Исследование проводилось для следующих четырех сортов свеклы. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Функциональная зависимость между датой уборки свеклы и выходом сахара

Гибриды	Функциональная зависимость
Стандарт	$Y_1 = 5,05 + 0,164t - 0,0016t^2$
Импала	$Y_2 = 6,14 + 0,191t - 0,0018t^2$
Бритни	$Y_3 = 5,94 + 0,222t - 0,0020t^2$
Иллинойс	$Y_4 = 6,38 + 0,182t - 0,0016t^2$

В вышеприведенных формулах Y_i обозначает выход сахара с одного гектара i -го сорта при уборке его в день t , а переменная t – номер дня от начала уборки. Условимся считать, что уборка сахарной свеклы начинается 20 августа и, следовательно, значение переменной t для этой даты равно единице. Соответственно, значение переменной t для 20 сентября равно 32.

Итак, полученные формулы позволяют определить выход сахара с единицы площади конкретного сорта в любой день уборочного процесса. Чтобы оценить количество сахара за один день уборки, необходимо значение Y_i умножить на дневную производительность.

На основании этих формул подготовлена исходная информация, необходимая для составления развернутой экономико-математической модели по оптимизации уборочного процесса сахарной свеклы в зависимости от сорта.

Тестирование экономико-математической модели проводилось на условных данных. При этом считалось, что каждый сорт (гибрид) сахарной свеклы занимает одинаковую площадь в хозяйстве, в день убирается 10 га и срок уборки каждого из четырех сортов составляет 10 дней. Уборочная кампания сахарной свеклы в хозяйстве начинается 1 сентября и заканчивается 30 октября, т.е. её продолжительность составляет 60 дней. При таких исходных параметрах развернутая экономико-математическая модель включает в себя 240 переменных и 64 ограничения. Задача решена с помощью программы LPX – 88.

Анализ полученных результатов представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Оптимальный график уборки сортов сахарной свеклы

Гибриды	Период уборки	Выход сахара, т
Стандарт	1-10 октября	1046,4
Импала	21-30 сентября	982,5
Бритни	11-20 октября	1188,4
Иллинойс	21-30 октября	1202,8
Всего	X	4420,1

Из данных таблицы 3 следует, что предприятию целесообразно начать уборочный процесс сахарной свеклы 21 сентября и завершить 30 октября. При этом необходимо производить уборку в определенной последовательности по сортам.

Заключение. В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что за счет оптимизации уборки отдельных сортов сахарной свеклы можно увеличить выход сахара в рамках отдельного предприятия и повысить эффективность функционирования свеклосахарного подкомплекса в целом.

Отметим, что экономико-математическая модель, предлагаемая авторами, может быть дополнена новыми переменными и ограничениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красюк, Н.А. Современные технологии производства и использования сахарной свеклы: учебник / Н.А. Красюк. – Минск: Амалфея, 2008. – 512 с.;
2. Гагибулаев, Э.Ш. Продуктивность гибридов сахарной свеклы компании «Betaseed» в почвенно-климатических условиях РФ / Э.Ш. Гагибулаев // Сахарная свекла. – 2013. – №9. – 31-33 с.