

ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Т. Н. Изосимова, И. Г. Ананич

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

(Поступило в редакцию 15.06.2015 г.)

Аннотация. В данной работе выделены и проанализированы основные факторы, позволяющие повысить эффективность производства сахарной свеклы. Первостепенное значение для получения высоких урожаев данной культуры имеет оптимальное размещение ее в севообороте. Возделывание сахарной свеклы, как и любой другой сельскохозяйственной культуры, во многом зависит от погодного-климатического фактора. В этой связи оптимальный подбор сортов данной культуры позволяет уменьшить негативное влияние внешних факторов и при любом погодном исходе получить гарантированное количество продукции. Кроме того, наилучшая структура сортов сахарной свеклы дает возможность оптимизировать уборочный процесс и, следовательно, улучшить производственно-экономические показатели этой отрасли.

Summary. In this work the major factors allowing to increase production efficiency of sugar beet are allocated and analysed. Paramount value for receiving big crops of this culture has optimum placement of it in a crop rotation. Cultivation of sugar beet, as well as any other crop in many respects depends on a weather and climatic factor. In this regard optimum selection of grades of this culture allows to reduce negative influence of external factors and at any weather outcome to receive the guaranteed quantity of production. The best structure of grades of sugar beet gives the chance, in addition, to optimize harvest process and, therefore, to improve productive and economic indicators of this branch.

Введение. Сахарная свекла является основным сырьем для производства сахара в нашей стране. И хотя имеет место высокая стоимость свекловичного сахара по сравнению с продукцией, произведенной из импортного сырья, в целях достижения продовольственной безопасности в республике принимаются все меры для увеличения выработки сахара-песка из отечественной сахарной свеклы.

В настоящее время Республика Беларусь вышла на самообеспечение сахаром, но по-прежнему свекла занимает особое место в сельскохозяйственном производстве.

Размещение свекловодства формируется, как известно, под воздействием комплекса факторов, из которых главными являются следующие:

наличие в зоне свеклосеяния мощностей по переработке урожая; свеклопригодность почв; природно-климатические условия; обеспеченность трудовыми и материально-техническими ресурсами; загрязненность почв радионуклидами; эффективность возделывания сахарной свеклы по сравнению с другими культурами. В Беларуси имеются все условия для нормального функционирования данной отрасли. В настоящее время возделыванием свеклы занимается около 600 сельскохозяйственных предприятий [6, 7].

Размещение свекловодства экономически выгодно только в трех регионах Беларуси. Наиболее обеспеченными техникой, трудовыми ресурсами, основными и оборотными фондами, а также обладающими достаточно благоприятными почвенными и климатическими условиями для возделывания сахарной свеклы являются Брестская, Гродненская и Минская области. Сырьевая зона промышленного свеклосеяния этих регионов включает сельхозпредприятия и организации 47 районов. В настоящее время сахарную свеклу в республике производят в основном СПК. Посевы сахарной свеклы в личных подсобных и фермерских хозяйствах весьма незначительны.

В 2014 г. сахарная свекла в сельскохозяйственных организациях посеяна на площади 105,8 тыс. га, в том числе 23,7 тыс. га в Брестской области, 39 тыс. га в Гродненской, 37,7 тыс. га в Минской и 5,5 тыс. га в Могилевской. Валовой сбор сахарной свеклы в республике составил 4,8 млн. т, т. е. на 10,7% больше уровня 2013 г. Повысилась и средняя урожайность с 437 ц с одного гектара до 463 ц. Следует отметить, что максимальное значение этого показателя, равное 485 ц/га, наблюдалось в 2012 г. [5]

Однако валовой сбор сахарной свеклы не единственный показатель эффективности сахарного производства. Целесообразно оценивать успехи в этой отрасли не по массе урожая, а по конкретному выходу чистого сахара. Этот показатель в Беларуси по сравнению с западными соседями намного ниже: 5,5 т с гектара, для сравнения в Германии – 10 т сахара с гектара.

Существует ряд проблем, которые отрицательно сказываются на производстве сахара в Беларуси. Прежде всего, следует обратить внимание на качество производимого сырья, которое в первую очередь определяется ее сахаристостью.

Несмотря на переход свеклосеющих хозяйств на современные технологии возделывания сахарной свеклы, по-прежнему остается актуальным использование высококачественного посевного материала. Учеными доказано, что в Беларуси необходимо возделывать сахаристые сорта, имеющие максимальное содержание сахара. Однако в некоторых хозяй-

ствах до сих пор используют высокоурожайные сорта, не позволяющие обеспечить должное качество. Добиться сокращения потерь в производстве сахара возможно также в результате технического перевооружения отрасли.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 359 от 24 марта 2011 г. «О Государственной программе развития сахарной промышленности на 2011-2015 годы» предусмотрены реконструкция и модернизация предприятий по производству сахара [4]. Реализация этих мероприятий позволит перерабатывать в сутки сахарной свеклы до 42 тыс. т. Проводимая техническая политика направлена на рост производства сахара из отечественного сырья, сокращение сроков сокодобывания, экономии топливно-энергетических ресурсов, увеличение выхода и рост качественных показателей белого сахара, максимальное сокращение его потерь при производстве и хранении, снижение издержек на производство продукции.

Цель работы: необходимо выделить и проанализировать основные факторы, влияющие на результативность функционирования свеклосахарной отрасли. Разработать экономико-математические модели, позволяющие повысить эффективность производства сахарной свеклы [2].

Материал и методика исследований. Одним из факторов повышения эффективности производства сахарной свеклы является соблюдение севооборотной системы.

К сожалению, в настоящее время севооборотная система в нашей стране практически разрушена. А это приводит к значительному росту затрат на удобрения и средства защиты растений. Кроме того, нарушение севооборотных принципов оказывает негативное влияние на продуктивность земельных угодий, что выражается в снижении урожайности культур. По некоторым оценкам, Беларусь недополучает 1-1,5 млн. т зерна только по причине несоблюдения севооборотов.

Что касается сахарной свеклы, то насыщение севооборота данной культурой до 20% не снижает её урожайности. Однако частое возвращение этой культуры на одно и то же поле (через 1-2 года) нецелесообразно, т. к. это приводит к ухудшению качества почвы, увеличению интенсивности поражения свеклы болезнями и засоренности посевов трудноискоренимыми сорняками.

Общезвестно, что при разработке и освоении севооборотов необходимо учитывать комплекс различных факторов и условий. При этом существует довольно много вариантов, пригодных для практического использования в конкретной производственно-экономической ситуации.

Из вышеизложенного вытекает, что каждый севооборот необходимо уметь комплексно и объективно оценивать. Данная проблема может быть решена на основе экономико-математического моделирования.

Авторами статьи предлагается модель, позволяющая оптимизировать севооборот. Размерность модели зависит от числа сельскохозяйственных культур севооборота и совпадает с квадратом этого значения.

Обозначим через X_{ij} переменные для целесообразности выращивания i -й культуры после уборки предшественника под номером j . Они могут принимать только одно из двух значений: 0 или 1. Ограничения в структурной экономико-математической модели по оптимизации севооборотов примут вид:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1, \quad j = 1 \dots n \quad (1)$$

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

Следует отметить, что для получения корректного решения необходимо знать относительную ценность возделывания культур в севообороте.

Расчитать матрицу полезности, которая отражает эффективность возделывания культур друг за другом, можно используя метод экспертных оценок. В таблице 1 приводятся результаты исследования для некоторых культур [1].

Таблица 1 – Матрица полезности культур в севообороте, %

Номер культуры	Культуры	Предшественники						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Рожь	83	85	96	93	0	95	93
2	Пшеница	70	64	96	90	0	93	97
3	Зернобобовые	98	96	86	97	88	92	84
4	Картофель	97	91	96	88	87	95	98
5	Сахарная свекла	98	95	96	95	77	90	98
6	Кукуруза	98	96	98	100	90	96	94
7	Однолетние травы	98	96	85	99	92	96	92

Поясним информацию, представленную в таблице 1. Итак, если сахарная свекла выращивается после пшеницы, то относительная ценность такой комбинации составляет 95%. Если же свекла возделывается после сахарной свеклы, то ценность такой комбинации снижается до 77%.

Эффективность производства сахарной свеклы зависит и от сорта. Как правило, предприятие возделывает одновременно свеклу нескольких сортов. В связи с этим, целесообразно оптимизировать сортовую структуру

ру, что позволяет также повысить результативность рассматриваемой отрасли.

Авторами статьи предлагается при обосновании оптимальной сортовой структуры посевов сахарной свеклы использовать игровое моделирование.

Рассмотрим развернутую игровую модель, позволяющую решить эту проблему. В ней площадь каждого сорта обозначается отдельной переменной. Кроме того, вводится неизвестная, которая представляет собой цену игры, т. е. гарантированный средний выход сахара с единицы площади при любых погодных условиях.

В модель входят три группы ограничений. Первая из них показывает, что при любом погодном исходе необходима гарантия получения с единицы площади конкретного количества сахара. Вторая накладывает ограничения на площадь каждого сорта. Последнее ограничение представляет собой баланс пашни, которая используется для выращивания сахарной свеклы.

Цель решения экономико-математической модели состоит в максимизации цены игры.

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 и времени созревания [3].

Используя информацию о динамике накопления сахара по отдельным перспективным сортам сахарной свеклы, согласно предлагаемой авторами методике, сначала определяются функциональные зависимости между временем сбора урожая и содержанием сахара в убранный продукции.

На основании полученных результатов далее рассчитывается исходная информация, необходимая для составления развернутой экономико-математической модели по оптимизации уборочного процесса сахарной свеклы.

Рассмотрим структуру модели, которая позволяет оптимизировать уборочный процесс сахарной свеклы на уровне отдельного предприятия, но сначала введем некоторые обозначения.

Пусть X_{ij} – целесообразность уборки i -го сорта в j -й день уборки. Эти переменные могут принимать только одно из двух значений: 0 или 1. Величина m – количество сортов, которое выращивает предприятие, число n – продолжительность уборочного процесса в днях, постоянные величины S_i и P_{ij} обозначают общее время уборки конкретного сорта и выход сахара при определенных условиях соответственно.

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

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = S_i \quad i = 1..m \quad (3)$$

Оно показывает, что каждый сорт должен быть убран за определенное время.

Второе ограничение структурной модели указывает на то, что ежедневно на уборке сахарной свеклы могут быть задействовано К агрегатов.

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \leq K, \quad j = 1..n \quad (4)$$

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

$$F_{\max} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{ij} X_{ij} \quad (5)$$

Результаты исследований и их обсуждение. Предложенные авторами модели апробированы на конкретной информации.

Оптимизация севооборота проведена на основе следующих культур: картофель, кукуруза, рожь озимая, зернобобовые, пшеница, сахарная свекла, однолетние травы.

Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Оптимальный севооборот

Номер культуры	Чередование культур	Относительная ценность комбинации, %
1	Картофель	98
2	Кукуруза	100
3	Рожь	95
4	Зернобобовые	98
5	Пшеница	96
6	Сахарная свекла	95
7	Однолетние травы	92
Общая ценность, %		674

В качестве исходной информации для модели, позволяющей оптимизировать сортовую структуру посевов сахарной свеклы, использовались данные по следующим сортам: Консуелла, Ненси, Модус, Алиса, Баккара, Мандарин.

Оптимальные параметры рассматриваемой модели рассчитывались с помощью средства «Поиск решения».

Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оптимальная сортовая структура посевов сахарной свеклы

Гибриды	Площадь, %
Консуелла	20
Ненси	28
Модус	28
Алиса	8
Баккара	8
Мандарин	8

Согласно оптимальному решению, гибриды Ненси и Модус должны занимать по 28% в сортовой структуре сахарной свеклы. Удельный вес гибрида Консуелла несколько ниже – 20%. Что касается остальных гибридов, то их удельный вес должен составлять 8%.

Для структуры, полученной в результате применения предложенной авторами модели, средний выход сахара с единицы площади будет не менее 9,744 т при любом погодном исходе. При этом в отдельные годы выход сахара с единицы площади будет существенно выше.

С помощью третьей модели получен оптимальный план уборки отдельных сортов сахарной свеклы. Для этого были взяты данные по наиболее перспективным сортам (таблица 4).

Таблица 4 – Выход сахара с 1 га посевов различных сортов сахарной свеклы в среднем за ряд лет, ц

Сорта	15 сентября	1 октября	15 октября
Ненси	67,82	100,38	102,53
Латифа	98,02	101,77	101,87
Федерика	75,92	112,14	113,16
Молли	74,31	106,39	107,3
Миссисипи	69,48	102,91	103,85

На основании информации, приведенной в таблице 4, рассчитаны следующие функциональные зависимости между выходом сахара и датой уборки для каждого сорта:

$$\text{Ненси: } P_{1j} = 102,7 - (34,88/j)$$

$$\text{Латифа: } P_{2j} = 102 - (3,98/j)$$

$$\text{Федерика: } P_{3j} = 114,4 - (38,48/j)$$

$$\text{Молли: } P_{4j} = 108,4 - (34,09/j)$$

$$\text{Миссисипи: } P_{5j} = 105,0 - (35,52/j)$$

В вышеприведенных формулах переменная j равна порядковому номеру даты от начала уборки.

При решении задачи считалось, что уборка начинается с 15 сентября и заканчивается 29 октября и осуществляется двумя агрегатами. Таким образом, для 15 сентября j равно 1, а для 29 октября – 45. Количество дней уборки каждого сорта при этом определялось делением площади, отве-

денной под сорт на дневную выработку агрегатов. Так, например, площадь посева для сорта Ненси считалась равной 84 га, выработка двух агрегатов за день – 14 га, и, следовательно, сахарная свекла данного сорта должна убираться 6 дней.

Согласно решению сахарную свеклу целесообразно убирать в соответствии со следующими рекомендациями:

сорт Ненси с 27 сентября по 2 октября;

сорт Латифа с 3 по 11 октября;

сорт Федерика с 15 по 29 октября;

сорт Молли с 21 по 26 сентября;

сорт Миссисипи с 9 по 17 октября.

Таким образом, уборка сахарной свеклы должна производиться с 21 сентября по 29 октября.

Заключение. Анализ результатов проведенных исследований показывает, что эффективность производства сахарной свеклы может быть повышена за счет соблюдения севооборотных принципов, оптимизации сортовой структуры, проведения уборочных работ в сроки, позволяющие получить максимальный выход сахара в целом по предприятию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананич, И. Г. Экономика and программирование: Учебное пособие / И. Г., А. С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2006. – 328 с.
2. Браславец, М. Е. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / М. Е. Браславец, Р. Г. Кравченко. – М.: Колос, 2007.
3. Красюк, Н. А. Современные технологии производства и использования сахарной свеклы / Н. А. Красюк. – Минск: Амалфея, 2008. – 512 с.
4. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2005. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 02.04.2015.
5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 02.01.2013.
6. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса: В 2 кн. Кн. 2 / под общ. ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 702 с.
7. Экономика предприятий и отраслей АПК: учебник / под ред. П. В. Лещиловского, Л. Ф. Догилы, В. С. Тонковича. – Минск: БГЭУ, 2010. – 321 с.