

УДК 635.21 : 631 (476)

**ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ
НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Т. Н. Изосимова, И. Г. Ананич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
(Республика Беларусь, 230008, г.Гродно, ул.Терешковой, 28
e-mail:ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** картофель, экономико-математическая модель, оптимизация, сортовая структура, урожайность.*

***Аннотация.** В статье определены и проанализированы основные факторы, позволяющие повысить эффективность производства и реализации картофеля, а также предлагается один из возможных подходов для определения сортовой структуры картофеля и график уборки продукции. Первостепенное значение для получения высоких и устойчивых урожаев данной культуры имеет правильный подбор отдельных сортов картофеля. Это позволяет максимально уменьшить негативное влияние погодно-климатического фактора на результативность функционирования данной отрасли. Наилучшая структура сортов картофеля дает возможность, помимо прочего, оптимизировать уборочный процесс, получить лучшие финансовые результаты от реализации продукции. Практическая реализация предложенной экономико-математической модели позволяет улучшить производственно-экономические показатели отрасли.*

**OPTIMIZATION OF MAIN FACTORS TO IMPROVE EFFICIENCY
OF POTATO PRODUCTION IN THE LIGHT OF MATHEMATICAL
MODELLING IN ECONOMICS**

T. N. Isosimova, I. H. Ananich

Educational institution «Grodno State Agrarian University»
(28, Tereshkova St., 230008, Grodno, Republic of Belarus
e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: potato, mathematical economic model, optimization, cultivar structure, yield.

Summary. The factors improving the efficiency of potato production and realization have been determined and analyzed in the article as well as one of the potential approaches for determining potato's cultivar structure and schedule of harvesting has been offered in the article. The correct selection of certain potato cultivars is of high priority to get high and sustainable yield. It provides to decrease as high as possible detrimental influence of weather and climatic factors on both performance and efficiency of that branch. The prime structures of potato cultivar offer the possibility to optimize the yield and get better financial results after products realization among other issues. Implementation of the offered mathematical economic model improves productive and economic indicators of the branch.

(Поступило в редакцию 03.06.2016 г.)

Введение. Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь, которая является незаменимым продуктом питания. Он содержит целый набор полезных для организма человека витаминов, макро- и микроэлементов. Кроме того, клубни картофеля богаты антиоксидантами, такими как каротиноиды, витамин С, полифенольные соединения. Как известно, потребление их в достаточном количестве является неотъемлемой частью здорового питания. Картофель используется также как сырье для получения крахмала, спирта и различных продуктов питания.

Оптимальные почвенно-климатические условия, соответствующая материально-технической база, научное обеспечение в Республике Беларусь создают благоприятные условия для выращивания картофеля. Об этом свидетельствуют достаточно устойчивые урожаи данной культуры. Однако за последние 20 лет в стране имеет место тенденция к уменьшению производства картофеля в 1,5 раза: валовой сбор уменьшился с 9504 тыс. т до 5995 тыс. т. Это связано с сокращением занятых под него площадей: по сравнению с 1995 г. площадь под картофелем с 725,3 тыс. га уменьшилась до 313,8 тыс. га, т. е. в 2,3 раза. Сокращение посевов объясняется тем, что в настоящее время имеют место проблемы с реализацией картофеля, т. к. он в основном используется для продовольственных целей и только в небольших количествах идет на корм скоту.

В связи с этим требует совершенствования сортовая структура картофеля с точки зрения скороспелости. Целесообразно расширять удельный вес ранних и среднеранних сортов культуры, т. к. цены и спрос на молодой картофель выше по сравнению с более поздними

сортами. Кроме того, поздние сорта теряют значительную часть своих потребительских свойств во время хранения.

Определить наилучшую структуру картофеля с точки зрения скороспелости можно, используя экономико-математическое моделирование, которое нашло широкое применение для решения различных производственно-экономических проблем, имеющих место в сельском хозяйстве [1-10].

Цель работы: необходимо обосновать оптимальную сортовую структуру картофеля, позволяющую при любых погодных условиях получить гарантированное производство продукции со всей площади, занятой под эту культуру. Кроме того, определить план уборки отдельных сортов с учетом технической обеспеченности и динамики цен в течение года.

Материал и методика исследований. Общеизвестно, что на результаты растениеводства большое влияние оказывают погодноклиматические условия. В результате урожайность культур существенно колеблется по годам. Особенностью картофеля является то, что отдельные его сорта отличаются скороспелостью, следовательно, период уборки данной культуры растянут по времени [11]. В связи с этим основным фактором повышения экономической эффективности отрасли является соблюдение научно-обоснованной сортовой структуры и оптимальных сроков уборки урожая. Это позволяет получить дополнительную прибыль от реализации продукции, т. к. цены значительно меняются по месяцам [12].

Из вышесказанного вытекает, что оптимизация основных параметров картофелеводства является комплексной проблемой, которая может быть решена на основе экономико-математического моделирования.

Авторами статьи предлагается модель, позволяющая определить оптимальную сортовую структуру посевов картофеля, а также наилучшие сроки уборки для них с целью получения максимальной прибыли. Таким образом, решение задачи позволит дать ответы на два вопроса: какая сортовая структура картофеля является наиболее приемлемой и в какие периоды времени лучше убирать тот или иной сорт.

Размерность модели зависит от числа сортов и количества учитываемых интервалов по времени.

Рассмотрим структурную экономико-математическую модель для рассматриваемой задачи.

Введем следующие обозначения:

i – номер сорта картофеля в зависимости от скороспелости;

I – множество всех сортов, $i \in I$;

g – номер года;

G – множество всех лет (погодных исходов), $g \in G$;

j – номер пятидневки уборочной кампании;

J – множество всех пятидневок, $j \in J$;

V – гарантированная средняя урожайность по всем сортам;

S – общая площадь картофеля;

S_i^{\min} и S_i^{\max} – соответственно, минимальная и максимальная площадь сорта i ;

N_j – количество уборочных агрегатов в j -й пятидневке;

P – производительность уборочного агрегата;

U_{ij} – средняя урожайность i -ого сорта в j -й пятидневке;

Z_{ij} – средняя цена реализации картофеля i -го сорта в j -ю пятидневку;

C_{ij} – себестоимость i -ого сорта при уборке в j -ю пятидневку;

X_i – площадь i -го сорта;

X_{ij} – вероятность уборки сорта i в j -ю пятидневку.

Ограничения в структурной экономико-математической модели примут вид:

1) Ограничение по общей площади картофеля всех сортов:

$$\sum_{i \in I} X_i = S \quad (1)$$

2) Гарантированное производство картофеля при любом погодном исходе:

$$\sum U_{ij} X_i \geq S \quad \forall V, g \in G \quad (2)$$

2) Допустимые границы посевных площадей картофеля определенного сорта:

$$S_i^{\min} \leq X_i \leq S_i^{\max}, i \in J \quad (3)$$

3) Необходимость уборки конкретного сорта за определенное время:

$$\sum_{j \in J} U_{ij} X_{ij} = X_i / P, i \in I \quad (4)$$

4) Ресурс уборочной техники в определенную пятидневку:

$$\sum_{i \in I} X_{ij} \leq N_j, j \in J \quad (5)$$

Целевая функция – максимальная прибыль от реализации картофеля:

$$F_{\max} = \sum_{i=1}^I \sum_{j \in J} (Z_{ij} - C_{ij}) U_{ij} X_{ij} \quad (6)$$

Итак, ограничения экономико-математической задачи делятся условно на два блока. Первый блок включает ограничение по гарантированному производству картофеля при любом погодном исходе и ограничение по допустимым площадям выращивания данной культуры. С помощью этих условий определяется наилучшая сортовая структура картофеля, позволяющая получить гарантированное производство картофеля при любых погодных условиях.

Во второй блок входят третье и четвертое структурные ограничения. Они позволяют оптимизировать сроки уборки картофеля различных сортов для получения максимальной прибыли.

На начальном этапе решения задачи необходимо определить функциональные зависимости между конкретным сроком уборки того или иного сорта картофеля и его урожайностью. При этом следует изучить четыре основные группы скороспелости: ранний, среднеранний, среднеспелый и позднеспелый. Это позволит рассчитать урожайность картофеля конкретного сорта в любой день уборки. К изложенному следует добавить, что для каждого сорта сроки уборки должны находиться в строго определенных границах. Кроме того, общий период уборки картофеля продолжается примерно с 1 июня по 10 сентября, следовательно, с учетом деления его на пятитидневки, получается 20 пятитидневок.

Для решения поставленной задачи целесообразно использовать симплекс-метод.

Результаты исследований и их обсуждение. Итак, согласно предложенной схеме решения задачи на начальном этапе получены функциональные зависимости между конкретным сроком уборки того или иного сорта картофеля и его урожайностью. В качестве исходной информации использовались данные Гродненского государственного сортоиспытательного участка.

Так, например, для сорта Лилея, который относится к ранним сортам, получена следующая функциональная зависимость:

$$Y = 556 - 35,5X + 0,595X^2, \quad (6)$$

где X – номер дня, в который совершается копка картофеля, при этом началом отсчета считается 1 мая ($X = 1$);

Y – урожайность картофеля, который убирается в X -й день. Поясним, что если картофель рассматриваемого сорта убирается 20 июня ($X = 51$), то в этот день с гектара будет получено:

$$Y = 556 - 35,5 \cdot 51 + 0,595 \cdot 51^2 = 293 \text{ ц/га.}$$

Тестирование экономико-математической модели выполнено на примере условного хозяйства, общая площадь картофеля в котором составляет 100 га. Данное хозяйство имеет один уборочный агрегат, дневная производительность которого равна двум гектарам.

Анализ решения начнем с изучения оптимальной сортовой структуры картофеля (таблица).

Таблица – Оптимальная сортовая структура картофеля

Сорта	Площадь, га
Ранние	10
Среднеранние	30
Среднеспелые	40
Среднепоздние	20
Итого	100

Полученная структура сортов является устойчивой к неблагоприятным погодным условиям и позволяет получить при любом погодном исходе среднюю урожайность не менее 300 ц/га.

Рассмотрим целесообразные сроки уборки отдельных сортов по спелости.

Группы сортов	Месяц																			
	Июнь					Июль						Август						Сентябрь		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ранний																				
Среднеранний																				
Среднеспелый																				
Среднепоздний																				

Рисунок – Оптимальный график уборки картофеля

Из рисунка следует, что ранние сорта картофеля целесообразно убирать в пятую пятидневку (в период с 21 по 25 июня). После чего следует приступить к копке среднеранних сортов: с 26 июня по 10 июля. Наилучшее время для уборки среднеспелых сортов картофеля – это период с 11 по 31 июля. Что касается среднепоздних сортов, то они убираются в последнюю очередь. При этом половину площадей, занятых под него, следует убирать в последнюю пятидневку августа, а оставшуюся часть – в период с 6 по 10 сентября.

В заключение рассмотрим эффективность предлагаемых мероприятий.

Анализируя данные, представленные в таблице 2, можно сделать вывод, что оптимизация уборочного процесса позволит увеличить производство продукции, выручку от её реализации и прибыль.

Таблица 2 – Результаты оптимизации уборочного процесса

Группы сортов	Сроки уборки	Производство, ц	Выручено от реализации продукции, млн. руб.
Ранний	21 июня – 25 июня	2600	1755
Среднеранний	26 июня – 10 июля	9350	7139
Среднеспелый	11 июля – 31 июля	19830	15949
Среднепоздний	26 августа – 31 августа 6 сентября – 10 сентября	6480	3278
Итого		38260	28121
В расчете на один га		382,6	281,21

Согласно полученным результатам, средняя урожайность картофеля должна составить 382,6 ц/га. Для сравнения – в 2015 г. хозяйства Гродненского района достигли урожайности картофеля 265,6 ц/га и в результате от его реализации получили 8752 млн. руб., что в расчете на единицу площади составило 59,6 млн. руб.

Заключение. Анализ результатов проведенных исследований показывает, что эффективность производства картофеля может быть повышена за счет оптимизации сортовой структуры по спелости и соблюдения рекомендуемых в статье сроков уборки. Это позволит получить большую среднюю урожайность картофеля, увеличить выручку и соответственно прибыль по отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананич И. Г. Применение игрового моделирования для оптимизации использования удобрений в плодоводстве / И. Г. Ананич, Т. Н. Изосимова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / под ред. В. К. Пестиса. – Гродно : ГГАУ, 2011. – Т. 2. – С. 3-7.
2. Ананич, И. Г. Экономика and программирование: учебное пособие / И. Г. Ананич, А. С. Бруйло. – Гродно.: ГГАУ, 2006. – 328 с.
3. Изосимова Т. Н. The influence of major production factors on the efficiency of agro-industrial enterprises functioning / Т. Н. Изосимова, И. Г. Ананич // XV Международный научно-практический форум «Теоретические основы и практические аспекты использования ресурсосберегающих технологий для повышения эффективности агропромышленного производства и развития сельских территорий». – Львов, 24-26 сентябрь 2014 г. – С. 409-412.
4. Изосимова Т. Н. Исследование влияния основных факторов производства на эффективность функционирования агропромышленных предприятий / Т. Н. Изосимова, И. Г. Ананич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / под ред. В. К. Пестиса. – Гродно : ГГАУ, 2010. – Т. 1. – С. 306-312.
5. Изосимова Т. Н. Оптимизация основных факторов повышения эффективности производства сахарной свеклы на основе экономико-математического моделирования/ Т. Н. Изосимова, И. Г. Ананич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / под ред. В. К. Пестиса. – Гродно : ГГАУ, 2015. – Т. 28. – С. 129-137.

6. Изосимова Т. Н. Оптимизация программы развития фермерских хозяйств / Т. Н. Изосимова, И. Г. Ананич// The International Scientific and Practical Congress of Economists and Lawyers «EVERYTHING IN THE NAME OF SCIENCE!», professional scientific publication, ed.dep.: Geneva (Switzerland), Minsk (Republik of Belarus), Odessa (Ukraine), St. Petersburg (Russian Federation), 2015. – Vol.2. – С. 53-57.
7. Изосимова Т. Н. Оценка уровня социально-экономического развития на основе кластерного анализа / Т. Н. Изосимова, И. Г. Ананич// Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. : / под ред. В. К. Пестиса. – Гродно : ГГАУ, 2012. – Т.17. – С.3-9.
8. Изосимова Т. Н. Оптимизация программы развития фермерских хозяйств/ Т. Н. Изосимова, И. Г. Ананич// Аграрна економіка, науковий журнал Львівського національного аграрного університету, 2015. – № 1-2. – Т. 8. – С. 13-19.
9. Леньков, И. И. Моделирование и прогнозирование экономики агропромышленного комплекса : монография / И. И. Леньков ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет». – Минск, 2011. – 227 с. : ил., табл.
10. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса : В 2 кн. Кн. 2 / под общ. ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Белорусская наука, 2007. – 702 с.
11. Настольная книга картофелевода / С. А. Турко [и др.]; Под ред.С. А. Турко, РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2007. – 165 с., [ил.]
12. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 02.05.2016.