

3 (25 %), зерна пшеницы – 1 (33,3 %), воды – 4 (10,8 %). Изолированные микроорганизмы обладали стабильными свойствами, а патогенными свойствами обладал только один вид – *Escherichia coli*, который был обнаружен в смывах с инвентаря и оборудования, воде и в одной пробе комбикорма. В исследуемых пробах комбикорма наиболее часто выделяется *Pseudomonas aeruginosa* (44,44 %), в ракушке – *Enterococcus gallinarum* (66,76 %), в зерне пшеницы – *Enterococcus gallinarum* (33,3 %), в смывах с инвентаря и оборудования – *Escherichia coli* (55,36 %); в воде – *Escherichia coli* (10,8 %).

Литература

1. *Борисенкова А.Н., Рождественская Т.И.* Система контроля бактериальных болезней птиц – основа эпизоотологического благополучия птицеводства // *Животноводство России.* – 2007. – № 12. – С. 24–25.
2. *Горбань В.В.* Развитие птицеводства в Республике Марий Эл // *Вестн. КрасГАУ.* – 2013. – № 5. – С. 157–161.
3. *Цыганова С.В.* Проблема сальмонеллеза птиц – препятствие для получения безопасных продуктов // *Птицеводство.* – 2014. – № 4. – С. 43–47.



УДК 519.85:630

Е.К. Болтеина, Б.Н. Дицевич, Я.М. Иваньо

МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАГОТОВКИ МЯСА ДИКИХ ЖИВОТНЫХ С ИНТЕРВАЛЬНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

В статье приведена постановка двух задач математического программирования по оптимизации заготовки мяса диких животных. В первом случае максимизируется выручка, во втором рассмотрена задача параметрического программирования с интервальными параметрами, позволяющая определять оптимальные планы заготовки мяса по числу диких животных. Разработанные модели реализованы для общедоступных охотугодий Нижнеудинского района.

Ключевые слова: *задача математического программирования, интервальные параметры, продовольственная продукция, заготовка мяса диких животных.*

Е.К. Boltvina, B.N. Ditsevich, Ya.M. Ivan'ov

OPTIMIZATION MODELS OF THE WILD ANIMAL MEAT PROCUREMENT WITH INTERVAL PARAMETERS

The set of two tasks of the mathematical programming for the optimization of the wild animal meat procurement is given in the article. In the first case the revenue is maximized, in the second the task of the parametrical programming with interval parameters allowing to define the optimum plans of the meat procurement on the wild animal number is considered. The developed models are implemented for the public hunting holdings of the Nizhneudinsk area.

Key words: *mathematical programming task, interval parameters, food products, wild animal meat procurement.*

Обеспечение качественным продовольствием является одной из наиболее актуальных проблем современности, поскольку она связана, прежде всего, со здоровьем человека. Пища содержит в почти готовом виде наиболее важные вещества, в которых нуждается организм для обмена веществ [1]. Помимо продукции, производимой сельским хозяйством, человек употребляет в пищу лесные продукты. Леса могут давать дополнительные продукты питания к продукции, полученной в сельском хозяйстве [2]. Таким образом, продовольственная продукция состоит из сельскохозяйственной и лесной пищевой продукции. Пищевая продукция леса в основном представляет собой мясо диких животных и дикоросы (ягоды, грибы, кедровые орехи). Согласно [3], на начало 2012 г. покрытие лесной растительностью территории Иркутской области составляет 64,4 млн га, что соответствует 83,1 % от её площади. По этому показателю регион относится к числу наиболее залесенных среди субъектов Российской Федерации. По отношению к общей площади земель лесного

фонда лесные земли занимают 93,3 % и лишь около 7 % земель не предназначены или непригодны для выращивания древесины. Значительная залесенность территории Иркутской области позволяет дополнить сельскохозяйственную продукцию таежной, поэтому регион обладает большим потенциалом для производства данного вида продовольственной продукции, особенно в районах, относящихся к несельскохозяйственным, таких, как Катангский, Нижнеудинский, Ольхонский, Бодайбинский, Мамско-Чуйский и др. [4].

Кроме того, возможно сочетать сельскохозяйственное производство с заготовками недревесной продукции леса, к которой отнесем заготовку мяса диких животных (лося, кабана, оленя, косули и др.), так и заготовку дикоросов (ягод, грибов, кедровых орехов и др.).

Ежегодный допустимый (хозяйственно возможный) объем добычи мяса диких животных по отдельным видам составляет 10–12 % (для лося, косули). В стоимостном выражении по Иркутской области этот объем составляет около 20 % биологического потенциала. При усредненных данных фактическая добыча по области составляет около 21 % хозяйственно возможной и всего 4 % – биологической [5].

Практическое и теоретическое значение для территорий с лесными массивами имеет оптимизация получения продовольственной продукции на основании некоторого критерия оптимальности – чаще всего в виде максимума выручки или прибыли. При этом можно выделить три вида задач математического программирования [6], учитывая особенности таежной продукции:

1) оптимизация заготовки мяса диких животных с использованием ограничений ресурсного потенциала и критерия оптимальности в виде максимума выручки или прибыли;

2) оптимизация заготовки дикоросов с учетом ресурсных ограничений и целевой функции, характеризующей максимальную выручку или прибыль;

3) оптимизация получения продукции мяса диких животных и дикоросов (пищевой продукции леса) с целевой функцией в виде максимума выручки или прибыли.

В литературе [2, 7] используются задачи с интервальными параметрами для оптимизации распределения ресурсов для производства сельскохозяйственной продукции. Например, для оптимизации использования земельных ресурсов Иркутской области с целью обеспечения населения продукцией растениеводства и животноводства по нормам питания определены верхние и нижние значения целевой функции и соответствующие им оптимальные планы. Кроме этого, модели с интервальными параметрами применены для оптимизации функционирования участников мясного кластера с учетом рынков сбыта и покупательского спроса. В качестве интервальных оценок использованы цены на сельскохозяйственную продукцию и прибыль от реализации продукции, полученную от единицы животных различного вида, которые отражены в целевой функции и левых частях ограничений по гарантированной прибыли товаропроизводителей, что позволяет находить компромиссные решения между производством и переработкой [7].

Сформулируем по аналогии задачу математического программирования оптимизации заготовки мяса диких животных. Целевая функция в виде максимизации выручки от заготовки диких животных (тыс. руб.) запишется в следующей редакции:

$$f = \sum_{j \in J} \tilde{c}_j x_j \rightarrow \max, \quad (1)$$

где \underline{c}_j и \overline{c}_j – нижние и верхние оценки \tilde{c}_j , характеризующие минимальную и максимальную стоимости

одной туши заготавливаемых видов диких животных j -вида.

Первая группа ограничений связана с допустимым количеством заготавливаемых промысловых животных по нормам изъятия (шт.):

$$\sum_{j \in J} x_j \leq \tilde{V} \quad (j \in J), \quad (2)$$

где \tilde{V} – число заготавливаемых j -вида животных в пределах $\underline{V} \leq \tilde{V} \leq \overline{V}$; \underline{V} и \overline{V} – нижние и верхние оценки, характеризующие минимальное и максимальное количество заготавливаемых диких животных j -вида.

Вторая группа ограничений связана с трудозатратами – допустимыми значениями человеко-дней на заготовку:

$$\sum_{j \in J} \tilde{k}_j x_j \leq \tilde{K}, \quad (3)$$

где $\underline{\tilde{k}}_j$ и $\overline{\tilde{k}}_j$ – нижние и верхние оценки \tilde{k}_j , характеризующие минимальное и максимальное количество

человеко-дней для заготовки одной особи дикого животного; $\underline{\tilde{K}}$ и $\overline{\tilde{K}}$ – нижние и верхние оценки, характеризующие минимальное и максимальное количество имеющихся человеко-дней для промысловой охоты j -вида животных. Трудовые ресурсы по заготовке j -вида животных зависят от численности промысловых особей, трудоемкости на отстрел единицы животного и числа охотников.

Третья группа ограничений представляет собой содержание основных средств – наличие денежных средств на заготовку всех видов животных (тыс. руб/ед.):

$$\sum_{j \in J} \tilde{a}_j x_j \leq \tilde{A}, \quad (4)$$

где $\underline{\tilde{a}}_j$ и $\overline{\tilde{a}}_j$ – нижние и верхние оценки \tilde{a}_j , характеризующие минимальную и максимальную стоимость

содержания основных средств для заготовки одной особи дикого животного j -вида; $\underline{\tilde{A}}$ и $\overline{\tilde{A}}$ – нижние и верхние оценки, характеризующие минимальное и максимальную величину имеющихся материальных средств для промысловой охоты j -вида животных.

Ограничение на неотрицательность переменных имеет следующий вид:

$$x_j \geq 0. \quad (5)$$

Поскольку в качестве переменных принято количество заготавливаемых диких животных, то необходимо определить ограничение на их целочисленность:

$$x_j \in Z, \quad (6)$$

где Z – множество целых чисел.

Задача (1)-(6) применена для оптимизации заготовки диких животных четырех видов для общедоступных охотугодий (ООУ) Нижнеудинского района: x_1 – лось, x_2 – кабан, x_3 – благородный олень, x_4 – косуля. В табл. 1 приведены интервальные оценки параметров по данным экспертов.

Таблица 1

Нижние и верхние оценки параметров модели (1)-(6) для ООУ Нижнеудинского района

Параметр	\tilde{c}_1 , тыс. руб.	\tilde{c}_2 , тыс. руб.	\tilde{c}_3 , тыс. руб.	\tilde{c}_4 , тыс. руб.	\tilde{k}_1 , чел.-дн.	\tilde{k}_2 , чел.-дн.	\tilde{k}_3 , чел.-дн.	\tilde{k}_4 , чел.-дн.	\tilde{a}_1 , тыс. руб.	\tilde{a}_2 , тыс. руб.	\tilde{a}_3 , тыс. руб.	\tilde{a}_4 , тыс. руб.
Минимальная оценка	8	7	25	4	7	4	4	4	1	1	1	1
Максимальная оценка	4	13	31	8	13	13	6	13	5,5	4	5	4

Поскольку параметры модели независимы, для получения оптимальных планов использован метод статистических испытаний или метод Монте-Карло, с помощью которого моделировались интервальные значения случайным образом в пределах верхних и нижних оценок.

Следует отметить, что метод статистических испытаний применяется во многих задачах с неопределенными параметрами [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 и др.]. Возможность использования метода обусловлена адекватным отображением имитационных значений реальных данных. При этом на предварительном этапе необходимо оценить верхние и нижние оценки параметров. С помощью методов имитационного моделирования можно оценить устойчивость результатов в зависимости от различной степени возмущений, влияющих на рассматриваемую систему [14].

Результатом решения задачи (1)-(6) являются верхние и нижние оценки целевой функции с оптимальными планами $f_{\max}^{\max} = 4687$ тыс. руб., $f_{\max}^{\min} = 1322$ тыс. руб. (табл. 2). Кроме того, определено медианное значение целевой функции $f_{\max}^{\text{med}} = 2568$ тыс. руб. и соответствующий ему оптимальный план.

Следует отметить, что в этом случае расхождение от максимально возможного значения заготовок мяса диких животных составляет 80,0; 4,85; 12,7; 52,5 % для лося, кабана, оленя и косули соответственно, при минимуме – 17,1; 1,02; 3,92; 38,5 %.

Результатом решения задачи являются оптимальные планы для нижней, верхней и медианной оценок целевой функции, что позволяет варьировать планированием заготовки мяса диких животных в условиях изменчивости численности промысловых животных.

Таблица 2

Результаты расчета моделей оптимизации для ООУ Нижнеудинского района

Критерий оптимальности	Решение задачи с интервальными параметрами					Решение задачи параметрического программирования с интервальными параметрами				
	x_1	x_2	x_3	x_4	Значение целевой функции, тыс. руб.	x_1	x_2	x_3	x_4	Значение целевой функции, тыс. руб.
f_{\max}^{\max}	54	5	82	127	4687	61	5	16	226	3768
f_{\max}^{\min}	14	2	20	79	1322	17	11	16	80	1423
f_{\max}^{med}	40	3	20	89	2568	23	5	41	119	2386

В некоторых случаях изменчивость численности диких животных может быть описана с помощью линейного или нелинейного трендов $V = Z(t)$. В частности, при описании численности кабана для общедоступных охотугодий Нижнеудинского района имеет место значимый линейный тренд с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,78$:

$$x_2 = 89,818t + 218,77, \tag{7}$$

где x_2 – численность кабана; t – время.

Вместе с тем остальные параметры изменяются в пределах верхних и нижних оценок. Для таких ситуаций можно использовать задачу параметрического программирования с интервальными параметрами. В частности, некоторые ограничения задачи зависят функционально от времени. Другими словами, неравенство (2) можно записать следующим образом:

$$x_{j_1} \leq V'_{j_1} + V''_{j_1}t, \quad (j_1 \in J_1), \quad (8)$$

$$x_{j_2} \leq \tilde{V}_{j_2}, \quad (j_2 \in J_2), \quad (9)$$

где V'_{j_1}, V''_{j_1} - параметры линейного тренда численности кабана; \tilde{V}_{j_2} - количество охотничье-промысловых животных. При этом t изменяется на отрезке $\alpha_{j_1} \leq t \leq \beta_{j_1}$.

Численность диких животных, подверженных потенциальному изъятию, формируется на основании ведомости расчета численности диких животных. При многократном решении данной задачи с применением метода Монте-Карло получены результаты, приведенные в табл. 2.

При определении оптимальных планов с учетом интервальных параметров и в условиях зависимости правых частей ограничений от времени число решений соответствовало 50. При решении задачи параметрического программирования с интервальными параметрами уменьшается расхождение между экстремумом целевой функции и значениями искомым переменных. В этом преимущество модели параметрического программирования с интервальными параметрами по сравнению с моделью с интервальными параметрами. При этом устойчивость решений реализации первых моделей увеличивается при возрастании количества правых частей ограничений, выражаемых в виде функций.

Таким образом, в работе сформулированы и решены две задачи математического программирования для планирования производства продовольственной продукции в несельскохозяйственных районах Иркутской области. В первом варианте рассмотрена задача с интервальными оценками, во втором – параметрическая. Поскольку значения параметров, входящих в целевую функцию, правые и левые части ограничений в реальной ситуации являются величинами непостоянными, вторая модель имеет преимущество по сравнению с первой моделью. Отметим, что оптимальный план, соответствующий медиане целевой функции, близок к оптимальному решению детерминированной задачи с усредненными значениями параметров в целевой функции и ограничениях.

Поскольку изменчивость численности некоторых диких животных может быть описана значимыми трендами, в таком случае для получения оптимальных планов заготовки мяса диких животных применима задача параметрического программирования с интервальными параметрами.

Литература

1. Петровский К.С. Гигиена питания. – М., 1975. – 412 с.
2. Иванько Я.М., Труфанова Е.С. Оптимизация использования земельных ресурсов региона в условиях неполной информации. – Иркутск: Изд-во ИРГСХА, 2011. – 163 с.
3. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области за 2012 год: докл. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2013. – 337 с.
4. Чернигова Д.Р. Районирование экономических параметров аграрного производства для различных категорий предприятий // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. – 2011. – № 8. – С. 71–76.
5. Леса и лесное хозяйство Иркутской области / Л.Н. Ващук, Л.В. Попов, Н.М. Красный [и др.]. – Иркутск, 1997. – 288 с.
6. Информационные и математические технологии в науке и управлении: сб. мат-лов науч.-практ. конф. (Иркутск, 1-10 июля 2013 г.). – Иркутск: Ин-т систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, 2013. – С. 182–187.
7. Бузина Т.С. Оптимизация производства продукции в агропромышленном кластере // Изв. ИГЭА (БГУЭП). – 2011. – № 4. – С. 178–181.
8. Иванько Я.М., Петрова С.А. О модели оптимизации производства продовольственной продукции с учетом сочетания природного события и техногенных последствий // Вестн. ИРГТУ. – 2014. – № 9. – С. 29–33.
9. Белякова А.Ю., Иванько Я.М., Петрова С.А. Оценка редких гидрологических явлений в задаче определения ущербов аграрному производству // Вестн. КрасГАУ. – 2014. – № 11. – С. 79–86.
10. Иванько Я.М., Полковская М.Н. О многоэтапных моделях оптимизации структуры посевов // Изв. Иркут. гос. экон. акад. – 2014. – № 1. – С. 121–125.
11. Иванько Я.М. О некоторых методах моделирования производства сельскохозяйственной продукции // Вестн. ИРГСХА. – 2011. – № 45. – С. 129–136.

12. Бузина Т.С., Иванов Я.М Программный комплекс оптимизации взаимодействия участников агропромышленного кластера // Вестн. ИрГСХА. – 2011. – № 45. – С. 120–128.
13. Иванов Я.М., Хогоева Е.А. Региональные экономико-математические модели аграрного производства с интервальными природными и производственно-экологическими параметрами // Изв. ИГЭА. – 2013. – № 6. – С. 138–143.
14. Решение задач управления аграрным производством в условиях неполной информации: монография / Я.М. Иванов [и др.]. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2012. – 200 с.



УДК 636.4:636.082.23

О.В. Иванова, Л.В. Ефимова, А.В. Азанова

ВЫЯВЛЕНИЕ ЛУЧШЕЙ ЛИНИИ ХРЯКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ПОРОДЕ ЛАНДРАС

В статье приведены данные по выявлению лучшей линии в породе ландрас по динамике живой массы свинок разных линий. По результатам исследований было выявлено, что наиболее целесообразно и эффективно выращивать свинок-дочерей хряка-производителя линии OLP045.

Ключевые слова: свинки, порода, линия, прирост живой массы, экономическая эффективность.

O.V. Ivanova, L.V. Yefimova, A.V. Azanova

THE IDENTIFICATION OF THE BOAR-PRODUCER BEST LINE IN THE LANDRACE BREED

The data on the identification of the Landrace breed best line on the live weight dynamics of the different line pigs are presented in the article. According to the research results it is revealed that it is most expediently and effectively to grow up the pig-daughters of the boar-producer of the OLP045 line.

Key words: pigs, breed, line, live weight gain, economic efficiency.

Введение. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия предусматривает увеличение производства отечественной свинины до 3,9 млн т. в убойном весе к 2020 г. Успешное решение поставленных задач во многом определяется организацией племенной работы, направленной на повышение продуктивных качеств основных пород, используемых в системе гибридизации в Российской Федерации [6].

Свиноводство является наиболее востребованной отраслью по производству мясной продукции. В структуре потребления мяса населением Российской Федерации свинина занимает второе место (31,2 %) [5]. Эта отрасль животноводства является наиболее скороспелой. За год от свиноматки можно получить более двух опоросов, откорм подсвинков до массы 100 кг занимает 150–180 дней [3].

Важная роль в настоящее время уделяется улучшению мясности свиней, получению слабоосаленной свинины. Наиболее интересна в этом плане порода ландрас, которая создавалась для получения беконной свинины. По данным Г.М. Бажова [1], порода ландрас, благодаря высокой интенсивности роста, экономичному расходу кормов, тонкому и равномерно распределённому по телу слою подкожного шпика, высокому выходу ценных сортов мяса в туше, получила широкую известность и распространение во многих европейских странах, включая Россию. На откорме свиньи породы ландрас дают в сутки 750–780 г прироста живой массы, расходуя на каждый килограмм прироста 3,6–3,7 к.ед. В тушах свиней содержание мяса доходит до 58–59 %, жира – до 30 %. Ландрасы имеют длинное, растянутое, но достаточно широкое туловище, беконное направление продуктивности. Убойный выход составляет 75–80 %. В туше на долю мяса приходится 65–70 %, при этом оно исключительно нежное и содержит достаточное количество прослоек жира, отличается мраморностью [4, 6].

Цель исследований. Проведение исследований по выявлению лучшей линии в породе ландрас по интенсивности роста свинок в период доращивания.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на свинокомплексе в ООО АПК "Сибирь" Емельяновского района Красноярского края, где использовались шесть хряков-производителей