

УДК 636.2.034 (470.12)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Н. Будько¹, В.С. Захарова²

¹ – УО «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь

² – УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 14.07.2014 г.)

Аннотация. В работе обоснована важность проблемы повышения эффективности производства молока, предложена система показателей для анализа и математического моделирования показателей, проанализировано состояние производства молока Гродненской области за 2012 г. в целом по области и по районам.

В качестве результативных показателей эффективности были выбраны себестоимость 1 т молока и среднегодовой удой на 1 корову. Для них по каждой группе показателей выявлены существенные факторные переменные и построены соответствующие модели линейной множественной регрессии. Оценено качество моделей, дана экономическая интерпретация коэффициентов.

Для проведения расчетов использовалось средство Анализ данных табличного процессора MS Excel.

Summary. In the article the importance of efficiency increase of milk production is proved, the system of indices for the analysis and mathematical modeling of efficiency factors is offered, the state of milk production in Grodno region as a whole and on districts in 2012 is analyzed.

The prime cost of 1 t of milk and an average annual yield of milk per cow were chosen as productive indices of efficiency. The essential factorial variables are revealed and the corresponding models of linear multiple regression are made for each group of indices. Quality of models is estimated, economic interpretation of coefficients is given.

The analysis of data of the tabular MS Excel processor has been used for calculations.

Введение. Молочное скотоводство является одной из главных животноводческих отраслей Республики Беларусь. Оно дает свыше 25% валовой продукции сельского хозяйства и в связи с этим требует пристального внимания к вопросам своего развития.

Основная цель функционирования молочного скотоводства – это производство молока, а также получение молодняка для доращивания и откорма крупного рогатого скота, ценного органического удобрения (навоза) для растениеводческих отраслей.

Основным направлением повышения эффективности производства молока является интенсивное использование продуктивности коров, что возможно при правильной организации воспроизводства стада.

Продуктивность коров на 66-70% определяется уровнем кормления. Дойное стадо потребляет около 36% всех кормов, расходуемых в животноводстве, в том числе 24% – концентрированных. В зависимости от продуктивности коров определены оптимальные структуры рационов животных [3].

Развитию молочного скотоводства способствуют природные условия республики, в первую очередь высокая насыщенность сельскохозяйственных угодий пастбищами и сенокосами.

Хозяйства РБ имеют реальную возможность вести рентабельное производство молока, в том числе и Гродненская область. Согласно расчетам, представленным в [2], в 2008-2012 гг. этот показатель по хозяйствам Гродненской области изменялся в пределах от 5,01% (2009 г.) до 35,15% (2011 г.). В 2012 г. рентабельность производства молока составила 32,13%; валовой удой – 860,9 тыс. т, что на 9,28% больше, чем в 2011 г.

Цель работы – провести математическое моделирование показателей эффективности производства молока предприятиями АПК Гродненской области на основе выбранной системы показателей.

Материал и методика исследований. В работе использованы статистические данные из отчетов 136 предприятий АПК Гродненской области за 2012 г., выбранные из базы данных «Бухстат» (Гродненский государственный аграрный университет). Для проведения исследования на основании этих данных была сформирована система показателей, которые характеризуют эффективность производства молока в хозяйствах, и рассчитаны их значения. Система показателей представляет собой совокупность следующих данных:

- X_1 – среднегодовое поголовье, гол.;
- X_2 – выход продукции на 1 корову, т;
- X_3 – себестоимость 1 т молока, млн. руб.;
- X_{41} – общие затраты на 1 т молока, млн. руб.;

- X_{42} – общие затраты на 1 голову, млн. руб.;
- X_{51} – затраты на корма на 1 т молока, млн. руб.;
- X_{52} – затраты на корма на 1 голову, млн. руб.;
- X_6 – оплата труда на 1 т молока, млн. руб.;
- X_{71} – трудоемкость 1т молока, тыс. чел.-ч.;
- X_{72} – затраты труда на 1 голову, тыс. чел.-ч.;
- X_{81} – кормоемкость 1т молока, ц к. ед.;
- X_{82} – расход кормов всего на 1 голову, т к. ед.

Трудоемкость производства 1 т молока (X_{71}) по каждому хозяйству вычислялась делением затрат труда на выход продукции (валовой надой); кормоемкость 1 т молока (X_{81}) – делением общего расхода кормов на валовой надой.

Таким образом, часть сформированных показателей рассчитана на 1 т молока, другая часть – на 1 голову. Для устранения взаимного влияния система показателей была разделена по этому признаку на две части (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели эффективности производства молока

Группа 1 (на 1 т молока)	Группа 2 (на 1 голову)
X_3 – себестоимость	X_2 – выход продукции
X_{41} – общие затраты	X_{42} – общие затраты
X_{51} – затраты на корма	X_{52} – затраты на корма
X_6 – оплата труда	X_{72} – затраты труда
X_{71} – трудоемкость	X_{82} – расход кормов всего
X_{81} – кормоемкость	

Источник: собственная разработка авторов

Для проведения расчетов использовался табличный процессор MS Excel, надстройка Пакет анализа, средства Корреляция и Регрессия.

Методика исследования состоит из следующих этапов:

1. Выбор системы показателей.
2. Отбор статистических данных.
3. Предварительная обработка. Расчет показателей.
4. Отбор факторов. Изучение взаимосвязи показателей в каждой группе.
5. Построение регрессионных моделей.
6. Оценка качества моделей.
7. Анализ полученных результатов.

Критерии выбора системы показателей частично обсуждались в работе авторов [1]. Предложенная система показателей не претендует на завершенность и полноту.

В работе использовались следующие методы исследования: группировка данных, сравнение, корреляционно-регрессионный анализ.

Основным из них является корреляционно-регрессионный анализ. Данный метод имеет широкое применение в экономических исследованиях, целью которых является изучение взаимосвязи и взаимовлияния экономических показателей друг на друга и построение качественных регрессионных моделей для целей прогнозирования. Применение компьютерных программ дает возможность обрабатывать большие объемы информации, обеспечивает точность и достоверность полученных результатов.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование проводилось по 136 хозяйствам Гродненской области за 2012 г.

Приведем результаты по показателям эффективности производства молока группы 1 (на 1 т молока).

Так, в расчете на одно хозяйство области (таблица 2) средняя себестоимость 1 т молока составила 2,018 млн. руб. и изменялась от 1,625 до 2,301 млн. руб.; общие затраты – 2,280 млн. руб. (от 1,852 до 2,636 млн. руб.); затраты на корма – 1,052 млн. руб. (от 0,832 до 1,285 млн. руб.); оплата труда составила 468 тыс. руб. (от 0,303 до 0,593 млн. руб.); трудоемкость – 26,183 тыс. чел.-ч. (от 13,816 до 34,766 тыс. чел.-ч.); кормоемкость – 11,447 ц к. ед. (от 7,868 до 14,892 ц к. ед.). Результаты по районам представлены в таблице 2.

По данным таблицы 2 к передовым хозяйствам можно отнести хозяйства Гродненского и Берестовицкого районов, которые являются лидерами по всем показателям, незначительно уступая друг другу. К отстающим относятся хозяйства Новоградского, частично Ивьевского и Вороновского районов. Подробную информацию можно получить, проведя более глубокие исследования, например, используя кластерный анализ для группировки однородных объектов [1], выбрав в качестве критериев классификации показатели группы 1 из таблицы 2.

Таблица 2 – Средние значения показателей группы 1 (на 1 т молока) по районам Гродненской области (2012 г.)

Районы	Себестоимость, млн. руб.	Общие затраты, млн. руб.	Затраты на корма, млн. руб.	Оплата труда, млн. руб.	Трудоемкость, тыс. чел.-ч.	Кормоемкость, ц к. ед.;
	X_3	X_{41}	X_{51}	X_6	X_{71}	X_{81}
Гродненский	1,625	1,852	0,887	0,352	14,230	8,449
Берестовицкий	1,648	1,854	0,928	0,303	13,816	7,868
Волковысский	2,064	2,333	1,102	0,440	22,036	10,643
Вороновский	1,940	2,193	0,832	0,593	34,044	10,945
Дятловский	2,108	2,388	1,165	0,491	30,901	13,846
Зельвенский	2,109	2,380	1,075	0,587	33,394	12,540

Ивьевский	2,287	2,575	1,285	0,548	27,141	11,496
Кореличский	1,810	2,030	0,954	0,425	25,273	11,479
Лидский	2,196	2,490	1,148	0,572	31,555	11,293
Мостовский	2,126	2,400	1,076	0,404	20,666	11,412
Повогурудский	2,301	2,636	1,249	0,559	34,776	14,892
Островецкий	2,121	2,380	1,010	0,535	29,384	11,908
Ошмянский	2,098	2,348	1,059	0,477	33,567	12,523
Свислочьский	2,213	2,486	1,065	0,400	23,380	11,250
Слонимский	1,964	2,214	1,045	0,444	26,532	11,422
Сморгонский	2,159	2,457	1,129	0,442	26,290	12,946
Щучинский	2,109	2,367	1,159	0,455	21,194	12,010
По области	2,018	2,280	1,052	0,468	26,183	11,447

Источник: собственная разработка авторов

Далее к данным по всем хозяйствам области применим методику корреляционно-регрессионного анализа [4]. Из содержания показателей группы 1 ясно, что результирующим показателем может быть себестоимость производства 1 т молока (X_3), будет правомерно поставить задачу моделирования себестоимости молока по влияющим на нее факторным переменным. Для начала выясним, какие факторные переменные следует включать в модель, а какие нет. Этот этап отбора факторных переменных и выбора вида уравнения регрессии в эконометрике носит название спецификации эконометрической модели.

Отбор факторных переменных. Для этого вычислим линейные коэффициенты парной корреляции $r_{xi,xj}$ [4, с. 33], например, воспользовавшись средством *Анализ данных / Корреляция* (рис. 1).

	X_3	X_{41}	X_{51}	X_6	X_{71}	X_{81}
X_3	1					
X_{41}	0,996332	1				
X_{51}	0,674328	0,684493	1			
X_6	0,497743	0,503041	0,151057	1		
X_{71}	0,515051	0,520035	0,179474	0,782473	1	
X_{81}	0,561857	0,570766	0,497756	0,444579	0,624852	1

Рисунок 1 – Матрица коэффициентов парной корреляции показателей группы 1

Источник: собственная разработка авторов

Будем руководствоваться критериями оценки тесноты связи из таблицы 3. В модель следует включать переменные достаточно тесно связанные с результирующим признаком (X_3) и несвязанные между собой.

Таблица 3 – Критерии оценки тесноты связи

Величина $ r_{x_i, x_j} $	Характер связи
$ r_{x_i, x_j} < 0,3$	Практически отсутствует
$0,3 \leq r_{x_i, x_j} < 0,5$	Слабая
$0,5 \leq r_{x_i, x_j} < 0,7$	Умеренная
$0,7 \leq r_{x_i, x_j} $	Сильная

Источник: [4, с. 9]

Выводы: 1) переменная X_3 (себестоимость) умеренно и сильно связана с остальными факторными переменными, значит, ее действительно можно взять в качестве результативного признака;

2) переменная X_3 и X_{41} (общие затраты) находятся практически в функциональной линейной зависимости ($r_{x_3, x_{41}} = 0,9963$), что соответствует экономическому содержанию этих показателей;

3) относительно остальных показателей существует умеренная линейная зависимость с себестоимостью X_3 .

Однако в модель не следует включать пары факторных переменных, тесно связанных между собой. Так, следующей по тесноте связи с X_3 является переменная X_{51} (затраты на корма), однако она имеет достаточно тесную связь с переменной X_{41} (общие затраты): $r_{x_{51}, x_{41}} = 0,6845$. Решаем вопрос, какую переменную не следует включать. Очевидно, что X_{41} , т. к. она имеет умеренную связь со всеми остальными переменными. Переменную X_{51} включаем в модель и замечаем, что она имеет слабую связь с переменными X_6 (оплата труда) и X_{71} (трудоемкость). Но последняя пара переменных сильно связана между собой: $r_{x_6, x_{71}} = 0,7825$, значит, оставляем одну из них.

4) Таким образом, факторные переменные для включения в модель выявлены и возможны следующие зависимости:

$$\hat{X}_3 = f(X_{51}, X_{71}), \quad \hat{X}_3 = f(X_{51}, X_6).$$

Построение линейных уравнений регрессии. С помощью средства *Анализ данных / Регрессия* для каждого набора факторных признаков было построено линейное уравнение (1), (2) и приведены некоторые характеристики моделей.

$$\hat{X}_3 = 0,7334 + 0,8864X_{51} + 0,0134X_{71}, \quad (1)$$

$$R^2 = 0,6151, p_{51} = 2,1 \cdot 10^{-20}, p_{71} = 1,08 \cdot 10^{-11}.$$

$$\hat{X}_3 = 0,6108 + 0,9039X_{51} + 0,9748X_6, \quad (2)$$

$$R^2 = 0,6151, p_{51} = 4,4 \cdot 10^{-21}, p_6 = 1,09 \cdot 10^{-11}.$$

Обе модели являются значимыми по F-критерию Фишера. Они имеют одинаковый, не очень высокий, коэффициент детерминации $R^2=0,6151$ (наблюдаемое изменение себестоимости X_3 на 61,5% обусловлено включенными в модель факторными признаками, а остальные 48,5% – неучтенными факторами). Приведенные p -значения коэффициентов при неизвестных в уравнении регрессии свидетельствуют об их достоверности (p_y намного меньше 0,05).

Интерпретация коэффициентов моделей. Для модели (1) имеем: если затраты на корма X_{51} увеличатся на 1 млн. руб., то себестоимость 1 т молока возрастет на 886,4 тыс. руб. при неизменном значении X_6 ; если трудоемкость 1 т молока возрастет на 1 тыс. чел.-ч., то себестоимость возрастет на 13,4 тыс. руб. при неизменном значении X_{51} , что представляется несущественным.

По модели (2): увеличение на 1 млн. руб. одной факторной переменной при неизменной другой повлечет изменение себестоимости соответственно на 904 и 975 тыс. руб.

Представляет интерес выявить, какой из факторов в большей степени влияет на результативный признак. Для этого исходные данные нужно предварительно стандартизировать и повторить построения или вычислить средние коэффициенты эластичности [4, с. 35], а по ним сравнить степень влияния.

Приведем полученные результаты по показателям *группы 2 (на 1 корову)*. Результаты по районам и средние значения показателей по области представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Средние значения показателей группы 2 (на 1 голову) по районам Гродненской области (2012 г.)

Районы	Выход продукции на 1 гол., т	Общие затраты, млн. руб.	Затраты на корма, млн. руб.	Затраты труда, тыс. чел.-ч.	Расход кормов, т к. ед.
	X_2	X_{42}	X_{52}	X_{72}	X_{82}
Гродненский	6,688	12,294	5,840	92,008	5,554
Берестовицкий	6,888	12,648	6,322	91,932	5,347
Волковысский	5,146	12,068	5,701	112,234	5,441
Вороновский	5,246	11,399	4,305	177,085	5,723
Дятловский	4,389	10,423	5,116	132,510	5,901
Зельвенский	4,177	9,826	4,528	127,839	5,121
Ивьевский	4,418	11,346	5,701	117,649	5,078
Кореличский	5,692	11,508	5,375	140,077	6,442
Лидский	4,343	10,776	5,001	133,312	4,858
Мостовский	5,552	13,360	5,930	114,478	6,287
Новогрудский	4,154	10,775	5,149	134,943	5,971
Островецкий	5,312	12,649	5,377	155,344	6,328
Ошмянский	4,435	10,013	4,489	137,137	5,282
Свислочский	4,651	11,536	4,899	110,181	5,167

Слоимский	5,386	11,862	5,599	142,483	6,129
Сморгонский	4,956	12,114	5,526	126,199	6,285
Плучинский	5,134	11,595	5,903	98,191	5,748
По области	5,179	11,529	5,331	126,999	5,699

Источник: собственная разработка авторов

Анализ таблицы 4 по области: на 1 корову среднегодовой удой составляет 5 179 кг молока (от 4 154 кг до 6 888 кг по районам), общие затраты – 11 529 млн. руб. (от 9,826 до 13, 360 млн. руб.), затраты на корма – 5,331 млн. руб. (от 4,305 до 6,322 млн. руб.), затраты труда – 127 тыс. чел.-ч. (от 91,932 до 177,085 тыс. чел.-ч.), расход кормов – 5,699 т к. ед. (от 4,858 до 6,442 т к. ед.) в среднем на район за год

Вычисленные коэффициенты линейной парной корреляции представлены на рис. 2.

	X2	X42	X52	X72	X82	X1
X2	1					
X42	0,635899	1				
X52	0,517748	0,70607	1			
X72	-0,296	-0,07498	-0,345765	1		
X82	0,288246	0,316803	0,375118	0,064322	1	
Поголовье	0,097878	0,207035	0,249206	-0,16093	-0,04187	1

Рисунок 2 – Матрица коэффициентов парной корреляции показателей группы 2

Источник: собственная разработка авторов

Заметим, что ни один из показателей существенно не связан с поголовьем стада. Среднее поголовье на хозяйство составляет 1 232 коровы (от 334 до 4 531 гол.).

В качестве результирующей переменной возьмем среднегодовой удой на 1 корову X_2 . Аналогично, как в предыдущем случае по матрице коэффициентов парной корреляции (рис. 2), выявляем, что в качестве факторных переменных можно взять X_{42} (общие затраты) и X_{72} (затраты труда).

Модель линейной множественной регрессии от существенных факторных переменных имеет вид (3).

$$\hat{X}_2 = 2,1395 + 0,3552X_{42} - 0,0083X_{72}, \quad (3)$$

$$R^2 = 0,4664, p_{42} = 3,4 \cdot 10^{-17}, p_{72} = 0,000135.$$

Таким образом, было выявлено, что среднегодовой удой статистически зависит от общих затрат и затрат труда на 1 голову. Модель в целом является значимой, коэффициенты модели значимы по приведенным p -значениям. Увеличение на 355 тыс. руб. общих затрат приведет к увели-

чению среднегодового удоя на 1 т, увеличение затрат труда на 8,3 чел.-ч. приведет к снижению среднегодового удоя на 1 т, что в определенном смысле противоречит логике. Изменение среднегодового удоя на 46,6% объясняется учтенными факторными переменными (общие затраты и затраты труда), остальная доля придется на неучтенные факторы.

Заключение. В работе предложена новая система показателей (по сравнению с [1]), учитывающая особенности молокопроизводства. Данная система показателей является открытой и не претендует на полноту. Выявленные статистические взаимосвязи между показателями позволили построить линейные уравнения множественной регрессии (1)-(3) и дать экономическую интерпретацию полученным результатам:

- определяющую роль в выбранной системе показателей оценки эффективности производства молока играют себестоимость 1 т молока и среднегодовой удой на одну корову;
- выявлено, что для снижения себестоимости молока нужно в первую очередь снизить себестоимость кормов, а снижение трудоемкости 1 т молока на себестоимость влияет несущественно;
- себестоимость статистически зависит от затрат на корма, но последние не оказывают влияния на среднегодовой удой; трудоемкость 1 т молока статистически не влияет на себестоимость, но затраты труда на 1 корову существенно влияют на среднегодовой удой.

Возможно, полученные выводы частично обусловлены большой вариацией некоторых показателей (см. выводы по таблицам 2 и 3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Будько, О.Н. Кластерный анализ производства молока в Гродненской области / О.Н. Будько, В.С. Захарова / Сборник научных трудов «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы». – Т. 23, 2013. – 15-22 с.
2. Ковалева, А.В. Анализ эффективности производства молока в Гродненской области / А.В. Ковалева, В.И. Высокоморный / Сборник научных трудов «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы». – Т. 23, 2013. – 80-86 с.
3. Организационно-технологические нормативы производства продукции животноводства и заготовки кормов: сборник отраслевых регламентов. – Минск, 2007.
4. Эконометрика: лабораторный практикум, учебное пособие / Н.И. Шанченко. – Ульяновск УлГТУ, 2011. – 117 с.