УДК/UDC 338.432

Анализ влияния урожайности на себестоимость производства зерна озимой пшеницы

Сенников Артем Константинович
студент факультета финансы и кредит
Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина
г. Краснодар, Россия
e-mail: mellergame@mail.ru
SPIN-код: 6964-5688

Соколова Ирина Владимировна
кандидат педагогических наук, доцент ВАК, доцент кафедры высшей математики
Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина
г. Краснодар, Россия
e-mail: irin-sokolova@yandex.ru
SPIN-код: 4183-6277
AuthorID: 213568

Аннотация

В настоящее время современная экономическая наука изменила курс с экономического роста на концепцию устойчивого развития. Перед сельскохозяйственными товаропроизводителями ставятся новые задачи, требующие обеспечить продовольственную безопасность России, что находит отражение в государственных программах развития сельского хозяйства на будущие десятилетия. В последнее время в России все чаще используются математические модели для оценки экономической эффективности использования различных ресурсов, участвующих в производственном процессе. Эти модели используют такие основные подходы, как детерминистский, который основывается на методе оболочки данных и на идеологии математического программирования, и стохастический, основанный на использовании производственной функции. В предложенной работе изучено влияние одного из факторов, уже отобранного по степени его значимости, на результативный признак. Проведен анализ показателей 20 сельскохозяйственных предприятий Северной зоны Краснодарского края с целью выявления влияния урожайности на себестоимость производства зерна озимой пшеницы. Для этого был использован метод корреляционно-регрессионного анализа, который позволяет оценивать связи между процессами и явлениями. Ис-

следование проводилось с использованием линейной функции, которая дает возможность более четко интерпретировать полученные результаты.

Ключевые слова: анализ, фактор, урожайность, себестоимость, эффективность, результат, озимая пшеница.

Analysis of the Effect of Productivity on the Cost of Production of Winter Wheat

Sennikov Artem Konstantinovich
student of the Faculty of Finance and Credit
Kuban State Agrarian University
Krasnodar, Russia
e-mail: mellergame@mail.ru
SPIN Code: 6964-5688

Sokolova Irina Vladimirovna
Candidate of Pedagogical Sciences, VAK assistant professor, assistant professor of the Department of Higher Mathematics
Kuban State Agrarian University
Krasnodar, Russia
e-mail: irin-sokolova@yandex.ru
SPIN Code: 4183-6277
AuthorID: 213568

Abstract

Nowadays the modern economic science changed a course from economic growth on the concept of sustainable development. The new tasks are set for agricultural producers demanding to ensure food security of Russia. It finds its reflection in state programs of development of agricultural industry in the next decades. In the last time, mathematical models for assessment of economic efficiency of use of various resources participating in production are used more often. These models use such main approaches as deterministic, based on a method of a cover of data and on ideology of mathematical programming, and stochastic, based on use of production function. The authors study the influence of one of factors which is already selected on degree of its importance on the productive sign. The authors carry out an analysis of the results of 20 agricultural enterprises of the northern zone of Krasnodar Krai for the purpose of identification of influence of productivity on cost of production of winter wheat grain. In order to do so, the authors used the method of

the correlation and regression analysis which allows to estimate communications between processes and the phenomena. The research was conducted with use of linear function which gives the chance more accurately to interpret the received results.

Key words: analysis, factor, productivity, cost, efficiency, result, winter wheat.

Одним из важнейших условий, способствующих повышению эффективности производства, является положительный финансовый результат от реализации продукции. За счет снижения себестоимости единицы продукции организация может получить большую долю прибыли, а рост производительности труда способствует росту объемов производства продукции.

Изучением себестоимости занимались и занимаются многие ученые. Например, Л. Т. Гиляровская, Г. В. Савицкая, М. В. Косолапова считают, что себестоимость отражает все стороны хозяйственной деятельности, в ней аккумулируются результаты использования всех производственных ресурсов [1, 2, 3]. Поэтому очень важным является изучение основных факторов, влияющих на себестоимость.

Все затраты сельскохозяйственных организаций на производство и реализацию продукции складываются из прямых, непосредственно зависящих от объемов производства, и косвенных постоянных затрат. В свою очередь, при росте производительности труда за счет увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и повышения продуктивности животных, косвенные затраты в расчете на единицу продукции снижаются, а себестоимость продукции уменьшается [4]. При этом более низкая урожайность культур способствует росту постоянных затрат, в расчете на единицу продукции. Следовательно, при анализе эффективности производства продукции растениеводства, меры, направленные на повышение продуктивности земель, являются одним из основных источников снижения себестоимости продукции и повышения эффективности производства [5].

Все факторы, влияющие на себестоимость производства продукции

растениеводства можно разделить на две группы: внешние и внутренние.

К первой группе относятся: постоянное изменение цен на топливо, материалы, инструменты и прочие ценности; изменение оплаты труда работников сельского хозяйства, а также всякого рода обязательных взносов, отчислений и начислений. Основными внутренними факторами, влияющими на себестоимость, являются уменьшение трудоемкости производства единицы продукции, снижение материалоемкости, повышение производительности труда, устранение потерь от гибели посевов в результате влияния погодных условий и нарушении технологии возделывания и т. д.

Также при оценке влияния факторов на себестоимость производства продукции следует учесть результаты уменьшения простоев и потерь рабочего времени. Необходимо оптимизировать использования основных производственных фондов, что приведет к снижению затрат на амортизацию. Степень влияния факторов на уровень и структуру себестоимости производства продукции различна [2].

Целью нашего исследования является изучение влияния урожайности озимой пшеницы на себестоимость ее производства с помощью метода корреляционно-регрессионного анализа.

Корреляционно-регрессионный анализ представляет собой совокупность статистико-математических методов, используемых для количественного анализа связей между социально-экономическими явлениям и процессами [6]. Он производит расчет показателей тесноты связи между признаками x и y. При проведении этого анализа рассчитываются коэффициенты корреляции, детерминации, эластичности и т. д.

Основными задачами корреляционно-регрессионного анализа являются: установление типа уравнения регрессии; определение его параметров и оценка их значимости; оценка тесноты и направления связи между переменными [6].

Используя линейную функцию $\hat{y}=b_0+b_1x$, мы изучили влияние урожайности x на себестоимость производства зерна озимых зерновых упо данным 20 организаций Северной зоны Краснодарского края за 2016

г., взятым из годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий Краснодарского края (табл. 1).

В экономике чаще всего между переменными величинами существуют зависимости, при которых каждому значению одной переменной соответствует множество возможных значений другой переменной. Такая зависимость получила название статистической [7]. Это обуславливается тем, что зависимая переменная y подвержена влиянию ряда неконтролируемых или неучтенных факторов x. При этом зависимую переменную y называют также функцией отклика, объясняемой, выходной, результативной, эндогенной переменной, результативным признаком. Независимую переменную x — объясняющей, входной, экзогенной переменной, фактором, регрессором, факторным признаком.

Примером статистической связи является зависимость урожайности от количества внесенных удобрений, производительности труда, качества почв, трудоемкости и т. д. [7].

В нашем исследовании урожайность озимой пшеницы хбудет выступать факторным признаком, то есть признаком, влияющим на результат или зависимую переменную, а себестоимость y — результативным признаком.

Показатели деятельности сельскохозяйственных предприятий

№ п/п	Наименование организации	Убранная площадь, га	Затраты-всего, тыс. руб.	Валовой сбор всего, ц	Себестоимость 1 ц, руб.	Урожайность, ц/га
1	АО «Родник»	3 757	119 985	227 123	528,28	60,5
2	АО «50 лет Октября»	2 749	84 529	174 701	483,85	63,6
3	АО «Агрообъединение «Кубань»	32 999	990 509	2 039 875	485,57	61,8
4	АО АФ «Полтавская»	3 536	112 621	216 493	520,21	61,2
5	АО «Анастасиевское»	2 363	77 109	161 710	476,84	68,4
6	АО «Белагро»	2 850	95 477	162 339	588,13	57,0
7	АО «Воронцовское»	4 553	137 575	230 090	597,92	50,5
8	АО «Заря»	2 569	88 802	149 780	592,88	58,3
9	АО Конный завод «Восход»	2 706	90 578	152 810	592,75	56,5
10	АО «Кубань»	4 114	129 934	218 925	593,51	53,2
11	АО «Нива»	4 313	131 333	278 434	471,68	64,6
12	АО «Путиловец Юг»	5 359	185 890	313 448	593,05	58,5
13	АО АФ «Мир»	3 142	110 484	187 244	590,05	59,6
14	АО им. Т. Г. Шевченко	6 638	182 012	458 902	396,62	69,1
15	АО ПЗ «Урупский»	2 210	78 423	112 942	694,37	51,1
16	АО «Белое»	2 274	107 363	150 807	490,92	66,3
17	ПАО «Зерносовхоз Кущевский»	2 883	122 384	159 800	765,86	55,4
18	ОАО «Заветы Ильича»	3 724	102 511	224 821	455,97	60,4
19	ЗАО АФ «Кухаривская»	2 586	97 516	154 341	590,82	59,7
20	ЗАО «Воронцовское»	2 425	77 498	147 791	524,38	60,9

Таблица 1

Для проведения расчетов построим вспомогательную таблицу 2.

В ней х - урожайность озимой пшеницы, ц/га; у - себестоимость производства 1 ц, руб.; x^2 - квадрат урожайности; y^2 - квадрат себестоимости; ху - произведение признаков; $\hat{y}$ - условная (групповая, теоретическая) средняя переменной у при фиксированном значении переменной х; А–средняя ошибка аппроксимации, показывающая на сколько фактические значения результативного признака у отличается от теоретических значений $\hat{y}$. Чем меньше это отличие, тем ближе теоретические значения подходят к эмпирическим (фактическим) данным, и тем лучше качество модели.

Вспомогательная таблица для регрессионного анализа

№ п/п	x	y	x^2	y^2	xy	ŷ	y - ŷ	A
1	60,5	528,28	3654,60	279081,91	31936,39	543,32	-15,03	2,85
2	63,6	483,85	4038,70	234110,39	30749,00	501,77	-17,92	3,70
3	61,8	485,57	3821,25	235781,51	30016,33	525,04	-39,46	8,13
4	61,2	520,21	3748,55	270614,49	31849,83	532,96	-12,75	2,45
5	68,4	476,84	4683,24	227371,69	32631,82	436,27	40,56	8,51
6	57,0	588,13	3244,56	345900,98	33500,70	590,15	-2,02	0,34
7	50,5	597,92	2553,88	357506,18	30216,34	676,33	-78,41	13,11
8	58,3	592,88	3399,22	351510,13	34566,76	572,16	20,72	3,50
9	56,5	592,75	3188,95	351351,57	33473,02	596,73	-3,98	0,67
10	53,2	593,51	2831,80	352253,16	31583,37	640,40	-46,89	7,90
11	64,6	471,68	4167,60	222486,26	30450,50	488,28	-16,59	3,52
12	58,5	593,05	3421,08	351707,03	34687,44	569,65	23,40	3,95
13	59,6	590,05	3551,43	348163,27	35163,59	554,84	35,21	5,97
14	69,1	396,62	4779,31	157311,38	27419,70	426,91	-30,28	7,63
15	51,1	694,37	2611,72	482143,10	35485,52	668,70	25,67	3,70
16	66,3	490,92	4398,07	241005,58	32557,02	464,66	26,27	5,35
17	55,4	765,86	3072,30	586537,44	42450,23	610,71	155,15	20,26
18	60,4	455,97	3644,64	207906,08	27527,12	544,42	-88,45	19,40
19	59,7	590,82	3562,10	349070,33	35262,19	553,64	37,18	6,29
20	60,9	524,38	3714,26	274969,81	31957,94	536,72	-12,35	2,35
Итого	1196,6	11033,7	72087,3	6226782,3	653484,8	11033,66	-15,03	129,58
Средние значения	59,83	551,685	3604,365	311339,115	32674,24	-	-	6,48

Таблица 2

Данные вспомогательной таблицы и все остальные расчеты можно получить при помощи табличного процессора Excel.

Из таблицы 2 видно, что средняя себестоимость 1 ц. зерна озимой пшеницы по всей изучаемой совокупности составила 551,685 руб., а средняя урожайность — 59,8 ц/га.

Параметры b_0 и b_1 уравнения регрессии $\hat{y}=b_0+b_1 x$ находятся методом наименьших квадратов, путем составления и решения следующей системы нормальных уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} y_i = b_0 n + \sum_{i=1}^{n} x_i \\ \sum_{i=1}^{n} y_i x_i = b_0 \sum_{i=1}^{n} x_i + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \end{cases}$$

Подставляя значения из таблицы 2 и, решая полученную систему, определяем, что b_1= -13,412, b_0=1354,13. Получаем уравнение регрессии:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x = 1354{,}13 - 13{,}412x$$

Отсюда видно, что при увеличении урожайности на 1 ц, себестоимость производства 1 ц в среднем сокращается на 13,412 руб. Если в уравнение регрессии подставить фактические значения переменной x, то определяются возможные (теоретические) значения переменной ŷ.

Качество уравнения регрессии оценивается с помощью средней ошибки аппроксимацииA, расчет которой представлен во вспомогательной таблице.

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%$$

Допустимый предел значений средней ошибки аппроксимации 10-12%. В этом случае качество уравнения регрессии считается хорошим.

По полученным данным в таблице 2 видно, что фактические значения себестоимости от расчетных значений по уравнению регрессии в среднем различаются на 6,48%. Полученное уравнение регрессии можно оценить как хорошее.

При линейной форме связи, средний коэффициент эластичности находится по формуле:

$$\overline{Э} = b_1 \frac{\overline{x}}{\overline{y}}$$

Он показывает на сколько процентов изменится результативный признак, при изменении факторного признака на 1%.

$$\overline{Э} = -13{,}412 \frac{59{,}83}{551{,}685}$$

Коэффициент эластичности показал, что при увеличении урожайности озимой пшеницы на 1 себестоимость 1 ц в среднем снижается на 1,455%.

При линейной зависимости теснота связи между переменными x и y определяется с помощью коэффициента корреляции:

$$r = \frac{\overline{xy} - \overline{x} \cdot \overline{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

где σ_x и σ_y — средние квадратические отклонения по x и y.

$$\sigma_x = \sqrt{\overline{x^2} - (\overline{x})^2} = \sqrt{3604{,}365 - 59{,}83^2} \approx 4{,}974;$$

$$\sigma_y = \sqrt{\overline{y^2} - \overline{y}^2} = \sqrt{311339{,}115 - 551{,}685^2} \approx 83{,}563.$$

По полученным средним квадратическим отклонениям видно, что урожайность озимой пшеницы колеблется в границах $59,83 \pm 4,974$, а себестоимость колеблется в границах $551,685 \pm 83,563$.

Далее рассчитаем коэффициенты вариации V_x и V_y, которые оценивают однородность изучаемой совокупности, по каждому отдельному фактору. Чем меньше значение этого показателя, тем более однородной является совокупность значений анализируемого признака. Совокупность считается однородной, если коэффициент вариации не превышает 33,3% [6].

$$V_x = \frac{\sigma_x}{\overline{x}} \times 100\% = \frac{4{,}974}{59{,}83} \times 100\% = 8{,}3\%,$$

$$V_y = \frac{\sigma_y}{y} \times 100\% = \frac{83{,}563}{551{,}685} \times 100\% = 15{,}1\%.$$

Сделав расчеты коэффициентов вариации V_x и V_y, мы видим, что совокупность 20 рассматриваемых организаций является наиболее однородной по урожайности, так как коэффициент вариации V_x составляет 8,3%.

Ниже представлен расчет коэффициента корреляции, который характеризует направление и тесноту связи между признаками.

$$r = \frac{32674,24 - 59,83 \times 551,685}{4,974 \times 83,563} = -0,801$$

Так как значение коэффициента корреляции близко к единице, то связь между урожайностью и себестоимостью тесная и обратная. То есть при росте урожайности озимой пшеницы, себестоимость 1 ц. сокращается.

Коэффициент детерминации r^2=$(0,801)^2$=0,642 показывает, что 64,2% различий в себестоимости производства озимой пшеницы объясняется вариацией ее урожайности, а 35,8% другими, неучтенными факторами.

Оценка статистической значимости построенной модели регрессии в целом производится с использованием критерия F-Фишера [6]. Рассматривается нулевая гипотеза $H_0 : r_2^2 = 0$ (b=0), и альтернативная ей гипотеза $H_1 : r_2^2 \neq 0 (b \neq 0)$.Для парного линейного уравнения регрессии расчет F_H (наблюдаемое или расчетное) значение производится по формуле:

$$F_H = \frac{r^2}{1 - r^2}(n-2) = \frac{(-0,801)^2}{1 - (-0,801)^2} \times 18 = 89,909$$

где n — число пар наблюдений.

Далее сравнивают наблюдаемое значение F-Фишера с табличным значением. Для определения F_k (табличного, критического) значения используем таблицу Фишера — Снедекора. Если $F_H > F_k$, то гипотеза о не значимости уравнения регрессии отклоняется и принимается альтернативная гипотеза о статистической значимости уравнения регрессии.

Полученное фактическое значение F-критерия превышает табличное (F_k=4,41) значит, уравнение регрессии статистически значимое и на-

дежное и может быть использовано для прогнозирования и планирования себестоимости производства озимой пшеницы.

Подводя итог работы, хотелось бы отметить, что изученные нами факторы довольно тесно связаны между собой, так как коэффициент корреляции r = -0,801, поэтому предприятиям необходимо больше внимания уделять повышению урожайности, что в дальнейшем будет способствовать снижению себестоимости и как следствие приведет к повышению эффективности производства. Это может быть достигнуто путем внедрения новых технологий выращивания, использования более урожайных сортов. Принятие правильных управленческих решений на сельскохозяйственных предприятиях на основе использования в том числе и математических методов, позволит избежать гибели посевов и потерь при уборке и т. д., снизить себестоимость [8]. А так как себестоимость продукции в конечном итоге влияет на эффективность производства, то ее снижение будет способствовать повышению прибыли [7].

Список литературы

1. Гиляровская, Л. Т. Экономический анализ: учебник для вузов / Л. Т. Гиляровская. Юнити-Дана М, 2014. 616 с.

2. Косолапова, М. В. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности / М. В. Косолапова, В. А. Свободин. Дашков и К. М, 2014. 248 с.

3. Савицкая, Г. В. Анализ производственно-финансовой деятельности сельскохозяйственных предприятий 3-е перераб. и доп. / Г. В. Савицкая. ИНФРА-М, 2014. 368 с.

4. Обухова, Т. Н. Исследование и обоснование резервов снижения себестоимости производства молока: по материалам Московской области: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05. Москва, 2008. 183 с.: ил.

5. Зыков, С. В. Управление издержками производства зерна: На примере юго-западной зоны Кировской области:дисс.канд.экон. наук: 08.00.05. Киров, 2003. 249 с.

6. Обухова, Т. Н. Исследование и обоснование резервов снижения себестоимости производства молока: по материалам Московской области: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05. Москва, 2008. 183 с.: ил.

7. Кацко, И. А. Статистические методы анализа данных. Учебное пособие / И. А. Кацко, Н. Х. Ворокова, А. Е. Жминько, А. Е. Сенникова. ФГБУ «Российское

энергетическое агентство Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ — филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, Краснодар, 2017. 203 с.

8. Эконометрика: Учебник для вузов / Под ред. проф. Н. Ш. Кремера. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 311 с.