

Научная статья

Original article

УДК 338.43.2

doi: 10.55186/2413046X_2023_8_4_163

**РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕМОВ
ПРОИЗВОДСТВА ОТ ЗАКУПОЧНОЙ ЦЕНЫ НА КАРТОФЕЛЬ
MULTIPLE REGRESSION AND CORRELATION IN ECONOMIC
CALCULATIONS OF AGRICULTURAL PRODUCTION EFFICIENCY**



Баянова Ольга Викторовна, к.э.н., доцент, доцент кафедры экономической теории и мировой экономики, ФГБОУ ВО Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»,

E-mail: olga2673576@yandex.ru

Bayanova Olga Viktorovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Theory and World Economy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Perm State Agro-Technological University named after academician D.N. Prianishnikov»,

E-mail: olga2673576@yandex.ru

Аннотация. Научная статья содержит методику и результаты регрессионного анализа объемов производства картофеля и уровня закупочной цены. В исследовании выявлена высокая теснота обратной связи между объемами производства картофеля и закупочной ценой. Слабая заинтересованность аграриев в обеспечении роста объемов производства картофеля обусловлена тем, что доля закупочной цены картофеля у аграриев в средней цене картофеля в торговой сети составляет половину. Таким образом, в средней цене картофеля половина принадлежит производителям, а вторая половина покрывает расходы на логистику и торговлю, а также обогащает торговую сеть.

Abstract. The scientific article contains the methodology and results of the regression analysis of potato production volumes and the level of the purchase price. The study revealed a high closeness of the feedback between potato production volumes and the purchase price. The weak interest of farmers in ensuring the growth of potato production is due to the fact that the share of the purchase price of potatoes from farmers in the average price of potatoes in the retail network is half. Thus, in the average price of potatoes, half belongs to producers, and the second half covers the costs of logistics and trade, as well as enriches the trading network.

Ключевые слова: аграрное производство; производство картофеля; закупочная цена; парная регрессия и корреляция

Keywords: agricultural production; potato production; purchase price; pair regression and correlation

Картофель называют вторым хлебом, поэтому он занимает достойное место в потребительской корзине каждого жителя страны. Для обеспечения продовольственной безопасности нашей страны необходимо наращивать объемы производства картофеля. Заинтересовать аграриев в увеличении объемов производства можно лишь привлекательной закупочной ценой, так как им потребуются существенные вложения в увеличение посевных площадей и (или) улучшение сортности семенного картофеля. Проблемы обеспечения роста объемов производства и ценообразования являются актуальными в научной среде и дискутируются многими отечественными и зарубежными учеными-экономистами: влияние роста населения на объем производства сельскохозяйственной продукции в Нигерии выявили Aina I.V., Falola A., Amoussou P.J. [1]; оценку уязвимости сельскохозяйственных производителей Великобритании и Греции к скачкам цен на рынках сельскохозяйственной продукции сделали Triantafyllou A., Dotsis G., Sarris A. [2]; оценили эффективность сельского хозяйства и аграрной политики в России американские ученые Rada N., Liefert W., Liefert O. [3]; эластичность цен на

сельскохозяйственную продукцию в регионах Румынии исследовали Poperscu A., Caraba-Meita N.-L. [4]; этапы моделирования процессов импортозамещения на рынке продовольствия раскрыла Конкина В.С. [5]; особенности формирования аграрной кампусной системы в условиях обеспечения продовольственной безопасности сельскохозяйственного региона выявили Подковырова М.А., Иванова Н.С. [6]; экономико-математический метод определения производственного потенциала хозяйств (на примере сельскохозяйственных предприятий Башкортостана) презентовал Галиев Р.Р. [7]. Таким образом, тема исследования является актуальной.

Материалы и методы исследования

Статистические данные за 2020 год о реализации картофеля в Пермском крае, в сравнении с соседними регионами Российской Федерации, показаны на рисунке 1.

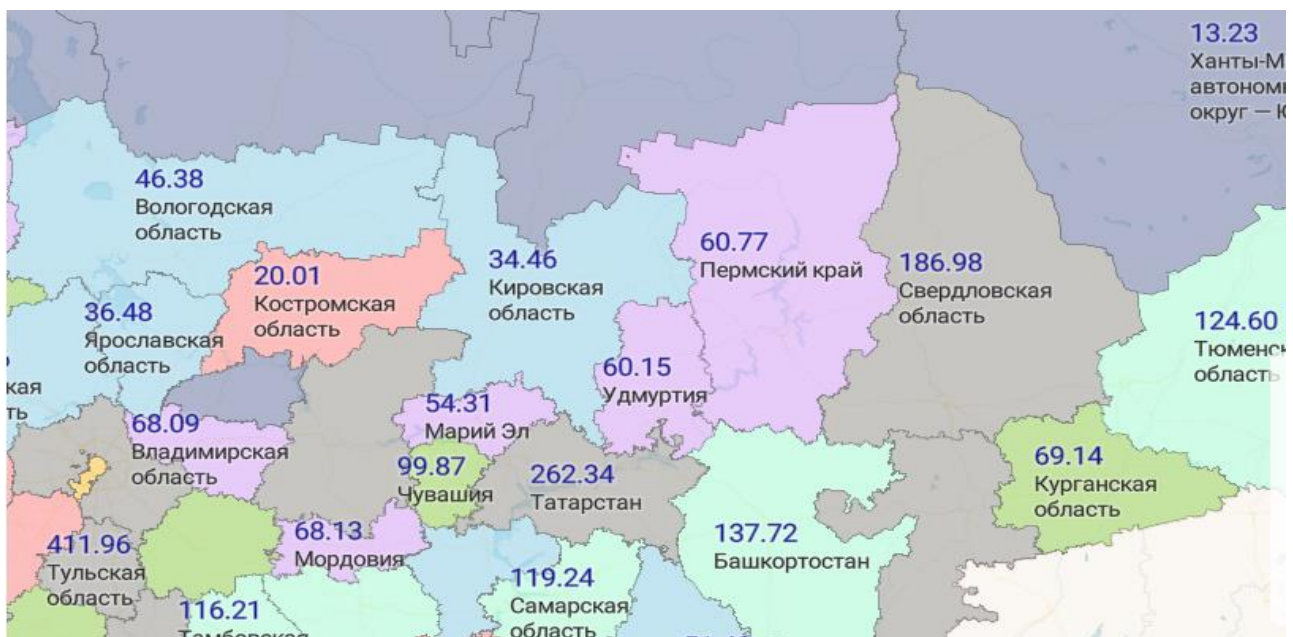


Рисунок 1. Реализовано картофеля в 2020 году, тыс. тонн

Источник: сайт Росстата

http://bi.gks.ru/biportal/contourbi.jsp?allsol=1&solution=Dashboard&project=%2FDashboard%2Fsh_nat_statistics

С целью получения максимального эффекта от сбыта картофеля необходимо обратить внимание на то, что уровень закупочной цены зависит от сорта картофеля. Качественные характеристики принимаемого покупателем продовольственного картофеля определяются лабораторными исследованиями, однако важную роль здесь играет ботанический сорт картофеля и срок созревания (ранний и поздний). Согласно ГОСТ 7176-2017 клубни продовольственного картофеля калибруют по размеру, определяемому прохождением через квадратные отверстия. В потребительских упаковках массой не более 5 кг разница между размерами самого мелкого и самого крупного продовольственного картофеля не должна быть более 30 мм. Статистика цен на картофель в Российской Федерации приведена в таблице 1.

Таблица 1. Цены на картофель в Российской Федерации, рублей за тонну

Показатель	2017	2018	2019	2020	2021
Закупочная цена на картофель	11607	12549	10555	11812	17530
Индекс закупочных цен	-	1,081	0,841	1,119	1,484
Средняя цена на картофель продовольственный в торговой сети	22250	23840	21380	29150	46570
Индекс средней цены	-	1,071	0,897	1,363	1,598
Доля закупочной цены в средней цене, %	52,2	52,6	49,4	40,5	37,6
Индекс потребительских цен на продукты питания	-	1,053	1,027	1,077	1,122

Источник: сайт Росстата

<https://rosstat.gov.ru/statistics/price>

Отметим, что наблюдается рост цен на картофель в динамике с 2017 года, а в сравнении с индексом цен на продукты питания зачастую превышает его. Например, рост цен на продукты питания в 2021 году составил 12,2%, при этом

рост закупочных цен на картофель наблюдался на 48,4%. Доля закупочной цены на картофель в средней цене этого продукта в торговой сети является важным показателем, характеризующим адекватность закупочной цены. Так, на протяжении периода исследования доля закупочной цены в средней цене на картофель варьируется от 40 до 50%. Можно утверждать, что в средней цене на продукт, представленный в торговой сети населению и предприятиям пищевой промышленности, около половины занимает стоимость закупленного у аграриев картофеля. А на долю затрат на упаковку, логистику и транспортировку приходится вторая половина средней цены.

Проведем эконометрическое исследование зависимости объемов производства продовольственного картофеля от закупочных цен с использованием статистических данных и метода корреляционного и регрессионного анализа. Статистические данные об объемах производства картофеля и закупочных ценах на него показаны в таблице 2.

Таблица 2. Статистические данные об объемах производства картофеля и закупочных ценах по Российской Федерации за 2017 – 2021 гг.

Годы	Производство картофеля, млн. тонн	Закупочная цена на картофель, рублей за кг
2017	21,7	11,61
2018	22,4	12,55
2019	22,1	10,55
2020	19,6	11,81
2021	18,3	17,53

Источник: сайт Росстата

<https://rosstat.gov.ru/statistics/price>

<https://rosstat.gov.ru/folder/11188>

Отечественные аграрии заинтересованы в увеличении объемов производства картофеля при условии увеличения закупочной цены. Выдвинем гипотезу о том, что аграриев действительно мотивирует высокая закупочная цена на продовольственный картофель. В этом случае в эконометрической модели результативным признаком является объем производства продовольственного картофеля, а фактором – закупочная цена на него. Модель парной регрессии имеет вид:

$$y = a + b \cdot x + \varepsilon$$

Значение параметра b определим, используя формулу:

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}$$

Для расчета значения параметра b составим вспомогательную таблицу 3.

Таблица 3. Вспомогательная таблица для расчета параметра b

Годы	x	y	$x \cdot y$	x^2
2017	11,61	21,7	251,937	134,7921
2018	12,55	22,4	281,12	157,5025
2019	10,55	22,1	233,155	111,3025
2020	11,81	19,6	231,476	139,4761
2021	17,53	18,3	320,799	307,3009
Итого	64,05	104,1	1318,487	850,3741
Среднее значение	12,81	20,82	263,6974	170,07482

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} = \frac{263,6974 - 12,81 \cdot 20,82}{170,07482 - (12,81 \cdot 12,81)} = \frac{-3,0068}{5,97872} = -0,5$$

Полученное значение параметра b свидетельствует о том, что на изменение закупочной цены на 50 копеек объемы производства картофеля должны среагировать изменением на 1 млн. тонн.

Далее определим значение параметра a по формуле:

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x} = 20,82 - (-0,5) \cdot 12,81 = 27,225$$

Теоретическое значение результативного признака в исследуемом периоде покажем в таблице 4.

Таблица 4. Теоретическое значение результативного признака и верификация модели

Годы	\hat{y}	$y - \hat{y}$	A	$(y - \hat{y})^2$
2017	21,4	0,3	1,38	0,09
2018	21,0	1,4	6,25	1,96
2019	21,9	0,2	0,9	0,81
2020	21,3	-1,7	8,7	2,89
2021	18,5	-0,2	1,09	0,04
Итого	104,1	0	18,32	5,79
Среднее значение	20,82	x	3,7	x

Среднее значение ошибки аппроксимации, равное 3,7%, свидетельствует об отличном подборе вида модели к исходным данным.

После расчета параметров линейного уравнения регрессии определим коэффициент корреляции по формуле:

$$r = b \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

Составим вспомогательную таблицу для расчета среднеквадратического отклонения по результативному признаку и фактору (таблица 5).

Таблица 5. **Вспомогательная таблица по определению значений среднеквадратического отклонения**

№ пункт а	Методика расчета	x	y
1	Разница между данными по 2017 году и средним значением	-1,2	0,88
2	Возводим в квадрат полученную разницу	1,44	0,7744
3	Разница между данными по 2018 году и средним значением	-0,26	1,58
4	Возводим в квадрат полученную разницу	0,0676	2,4964
5	Разница между данными по 2019 году и средним значением	-2,26	1,28
6	Возводим в квадрат полученную разницу	5,1076	1,6384
7	Разница между данными по 2020 году и средним значением	1	-1,22
8	Возводим в квадрат полученную разницу	1	1,4884
9	Разница между данными по 2021 году и средним значением	4,72	-2,52
10	Возводим в квадрат полученную разницу	22,2784	6,3504
11	Складываем результаты решения в четных пунктах	29,8936	12,748
12	Полученную сумму делим на количество лет (5)	5,97872	2,5496
13	Получаем квадратный корень от результата расчета в пункте 12	2,445	1,5967

Тогда коэффициент корреляции составит:

$$r = b \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma_y} = (-0,5) \cdot \frac{2,445}{1,5967} = -0,76$$

По шкале Чеддока значение коэффициента корреляции, равное (- 0,76), свидетельствует о наличии высокой тесноты связи между изменением закупочных цен и объемов производства продовольственного картофеля. Однако выдвинутая гипотеза, не подтверждает заинтересованность аграриев, так как выявлено наличие обратной связи между данными показателями: с ростом закупочных цен мы наблюдаем снижение объемов производства продовольственного картофеля. Несомненно, что на заинтересованность аграриев оказывают влияние совсем другие факторы. На рост объемов производства картофеля оказывает влияние не только мотивация аграриев в увеличении собственных доходов, тесно связанных с ростом закупочных цен, но и другие, неучтенные в модели факторы. Для того, чтобы показать влияние неучтенных в модели факторов определим коэффициент детерминации как квадрат коэффициента корреляции:

$$r^2 = 0,58$$

Полученное значение коэффициента детерминации свидетельствует, что 58% результативного признака (объемов производства продовольственного картофеля) охватывает выбранный фактор (закупочная цена на картофель), а на долю неучтенных в модели факторов приходится 42% вариации результативного признака ($1 - r^2$).

Результаты исследования

Завершим исследование точечным и интервальным прогнозированием. Точечный прогноз объема производства картофеля на 2023 год обоснуем тем, что закупочная цена на картофель к концу 2023 года составит 25 рублей за кг.

Составим линейное уравнение регрессии:

$$y = a + b \cdot x = 27,225 + (-0,5) \cdot 25 = 14,7 \text{ млн. тонн картофеля}$$

Таким образом, точка закупочной цены продовольственного картофеля на уровне 25 рублей за кг. прогнозирует объем производства картофеля в размере 14,7 млн. тонн, подтверждая влияние факторов, не учтенных в модели.

Интервальный прогноз построим на основе точечного прогнозирования. Для этого произведем расчет случайной ошибки уравнения регрессии по формуле:

$$m_{yp} = s \cdot \sqrt{\left(1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_k - \bar{x})^2}{\sum(x - \bar{x})^2}\right)}$$

При расчете случайной ошибки уравнения регрессии используется значение стандартной ошибки прогноза, которую определим по формуле:

$$s_{ocm} = \sqrt{\frac{\sum(y - \hat{y})^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{5,79}{5-2}} = 1,389$$

Тогда случайная ошибка уравнения регрессии составит:

$$m_{yp} = s \cdot \sqrt{\left(1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_k - \bar{x})^2}{\sum(x - \bar{x})^2}\right)} = 1,389 \cdot \sqrt{\left(1 + \frac{1}{5} + \frac{(25 - 12,81)^2}{29,8936}\right)} = 3,45$$

Предельная ошибка прогнозируемого объема производства картофеля определяется по формуле:

$$\Delta y_p = t_{табл} \cdot m_{yp} = 3,182 \cdot 3,45 = 11,0 \text{ млн. тонн картофеля.}$$

Доверительный интервал имеет вид:

$$y_p = 14,7 \pm 11,0.$$

Таким образом, при уровне закупочной цены на картофель, равной 25 рублей за кг., объем производства картофеля будет не меньше, чем:

$$y_{p \min} = 14,7 - 11,0 = 3,7 \text{ млн. тонн картофеля}$$

и не больше, чем:

$$y_{p \max} = 14,7 + 11,0 = 25,7 \text{ млн. тонн картофеля.}$$

Заключение

По результатам проведенного эконометрического исследования проблем сбыта продовольственного картофеля в аграрном секторе экономики обнаружено:

- качество продовольственного картофеля регулируется государственными стандартами; согласно государственному стандарту продовольственный картофель предназначен для реализации в свежем виде; государственные стандарты призваны обезопасить здоровье потребителя при употреблении в пищу продовольственного картофеля;

- индекс средней цены на картофель продовольственный в торговой сети опережает индекс закупочных цен на него; индекс закупочных цен в периоде исследования опережает индекс потребительских цен на продукты питания; почти

50% в средней цене продовольственного картофеля занимает закупочная цена покупки картофеля у аграриев;

- значение параметра b показало, что рост закупочной цены на 50 копеек не способен заинтересовать аграриев в увеличении объемов производства картофеля; коэффициент корреляции засвидетельствовал наличие обратной и высокой связи между закупочной ценой и объемами производства картофеля; вариация значений закупочной цены охватывает вариацию объема производства картофеля только на 58%, а на долю неучтенных в регрессионной модели факторов приходится 42%;

- при установлении закупочной цены в размере 25 рублей за 1 кг. продовольственного картофеля спрогнозирован объем его производства на уровне 14,7 млн. тонн; интервальный прогноз показал нижнюю границу интервала объема производства картофеля на уровне 3,7 млн. тонн, верхняя граница интервала – 25,7 млн. тонн продовольственного картофеля.

Список источников

1. The effect of population growth on the agricultural production in Nigeria (1961 – 2013) / Aina I.V., Falola A., Amoussou P.J. и др. // Croatian Journal of Food Science and Technology. – 2019. Vol. 11, № 2. – P. 230 – 236.
2. Triantafyllou A. и др. Assessing the Vulnerability to Price Spikes in Agricultural Commodity Markets / Triantafyllou A., Dotsis G., Sarris A. // Journal of Agricultural Economics. 2020. – Vol. 71, № 3. – P. 631 – 651.
3. Rada N. и др. Evaluating Agricultural Productivity and Policy in Russia / Rada N., Liefert W., Liefert O. // Journal of Agricultural Economics. – 2020. – Vol. 71, № 1. – P. 96 – 117.
4. Poperscu A., Caraba-Meita N.-L. Price elasticity of production in Romania agriculture – a territorial approach by micro-region // Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development”. – 2020. Vol. 20, № 1. – P. 489 – 504.

5. Конкина В.С. Моделирование процессов импортозамещения на рынке продовольствия // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2019. - № 10. – С. 37 – 41.
6. Подковырова М.А., Иванова Н.С. Особенности формирования аграрной кампусной системы в условиях обеспечения продовольственной безопасности сельскохозяйственного региона // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. - № 11. – С. 80 – 86.
7. Галиев Р.Р. Экономико-математический метод определения производственного потенциала хозяйств // Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК / Саратовский государственный аграрный университет. – Саратов, 2019. – С. 74 – 78.

References

1. The effect of population growth on the agricultural production in Nigeria (1961 – 2013) / Aina I.V., Falola A., Amoussou P.J. и др. // Croatian Journal of Food Science and Technology. – 2019. Vol. 11, № 2. – P. 230 – 236.
2. Triantafyllou A. и др. Assessing the Vulnerability to Price Spikes in Agricultural Commodity Markets / Triantafyllou A., Dotsis G., Sarris A. // Journal of Agricultural Economics. 2020. – Vol. 71, № 3. – P. 631 – 651.
3. Rada N. и др. Evaluating Agricultural Productivity and Policy in Russia / Rada N., Liefert W., Liefert O. // Journal of Agricultural Economics. – 2020. – Vol. 71, № 1. – P. 96 – 117.
4. Poperscu A., Caraba-Meita N.-L. Price elasticity of production in Romania agriculture – a territorial approach by micro-region // Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development”. – 2020. Vol. 20, № 1. – P. 489 – 504.
5. Konkina V.S. Modelirovanie processov importozameshheniya na ry`nke prodovol`stviya // E`konomika sel`skoxozyajstvenny`x i pererabaty`vayushhix predpriyatij. – 2019. - № 10. – S. 37 – 41.

6. Podkovy`rova M.A., Ivanova N.S. Osobennosti formirovaniya agrarnoj kampusnoj sistemy` v usloviyah obespecheniya prodovol`stvennoj bezopasnosti sel`skoxozyajstvennogo regiona // E`konomika sel`skogo xozyajstva Rossii. – 2019. - № 11. – S. 80 – 86.

7. Galiev R.R. E`konomiko-matematicheskij metod opredeleniya proizvodstvennogo potenciala xozyajstv // E`konomiko-matematicheskie metody` analiza deyatel`nosti predpriyatij APK / Saratovskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet. – Saratov, 2019. – S. 74 – 78.

Для цитирования: Баянова О.В. Регрессионный анализ зависимости объемов производства от закупочной цены на картофель // Московский экономический журнал. 2023. № 4. URL: <https://qje.su/selskoxozyajstvennye-nauki/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-4-2023-21/>

© Баянова О.В, 2023. Московский экономический журнал, 2023, № 4.