

АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ИВАНОВСКОЙ, ВЛАДИМИРСКОЙ И ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТЯХ

Аннотация

В статье рассматриваются результаты исследований изменения валового сбора овощей в сельхозорганизациях и фермерских хозяйствах Ивановской, Владимирской и Ярославской областях. Цель работы — поиск зависимости объемов производства продукции овощных культур в рассматриваемых областях от факторов, таких как: внесение минеральных и органических удобрений, посевные площади и урожайность овощей. Произведенный анализ позволил построить уравнения регрессии, которые описывают взаимосвязь между объемами производства овощной продукции и урожайностью, посевными площадями, а также внесением органических и минеральных удобрений в Российской Федерации для исследуемых областей. Количественная оценка данного анализа указывает на то, что наиболее тесная связь между объемами производства овощной продукции и рассматриваемыми факторами, наблюдается в Ярославской области. Рассчитанные значения коэффициента детерминации для Владимирской области показали, что 88,3 % изменчивости валового сбора овощей от внесения минеральных удобрений, посевных площадей овощей, урожайности овощей объясняется регрессией, а 11,7 % — влиянием других факторов. Также в данной статье произведен прогноз распределения валового сбора овощей в рассматриваемых областях на 2020 год и рассчитана средняя ошибка прогнозируемых данных.

Ключевые слова

Сельское хозяйство, овощные культуры, Ивановская область, Владимирская область, Ярославская область, остаточная дисперсия, корреляционно-регрессионный анализ.

ANALYSIS OF PRODUCTION VOLUMES OF VEGETABLE CROPS IN IVANOVO, VLADIMIR AND YAROSLAVL REGIONS

Annotation

Article examines the results of studies of changes in the gross vegetable harvest in agricultural organizations and farms of Ivanovo, Vladimir and Yaroslavl regions. Purpose of the work was to look for the dependence of production volumes of vegetable crops in the areas under consideration on factors such as introduction of mineral and organic fertilizers, sown areas and crop yields. The made analysis allowed to construct the regression equations which describe interrelation between production of vegetable products and productivity, acreage and also introduction of organic and mineral fertilizers in Russian Federation for the explored areas. Quantitative assessment of this analysis indicates that the closest link between the volume of vegetable production and the factors under consideration is observed in the Yaroslavl region. The calculated values of the determination coefficient for Vladimir region showed that 88,3 % of the variability in gross vegetable harvest from the introduction of mine fertilizers, sown areas of vegetables, vegetable yields were explained by regression, and 11,7 by the influence of other factors. Also in this article, the forecast of distribution of gross vegetable harvest in the areas under consideration for 2020 was made and the average error of predicted data was calculated.

Keywords

Agriculture, vegetable crops, Ivanovo region, Vladimir region, Yaroslavl region, residual dispersion, correlation analysis.

Введение

Овощеводство представляет собой одну из важнейших отраслей сельского хозяйства, позволяющая планировать социально-экономическое развитие территории [5, 6]. Сельскохозяйственная отрасль занимается производством раз-

личных продуктов питания, таких как помидоры, огурцы, кабачки, тыква и др. Данные овощные культуры в свою очередь содержат необходимые и полезные для человека витамины, минеральные соли и кислоты, это легко увидеть в таблице 1.

Таблица 1 — Содержание витаминов в овощных культурах (мг на 100 г)

Наименование	Витамины						Минералы				
	А	В3	В5	В6	С	Е	Кальций	Калий	Натрий	Магний	Фосфор
Помидоры	0,3	0,7	0,2	0,2	13	0,5	11	238	6	12	25
Огурцы	0,07	0,4	0,01	0,05	11	0,2	17	148	3	14	21
Кабачки	0,04	0,2	0,01	0,2	16		16	240	3	10	13
Тыква	0,26	0,6	0,5	0,2	9	0,5	22	342	2	13	26

В настоящее время потребление овощной продукции в Российской Фе-

дерации составляет 111 кг на душу населения [1]. Однако рекомендуемые

рациональные нормы потребления овощных культур, отвечающих современным требованиям здорового питания в Российской Федерации, составляют 140 кг на душу населения, что на 21 % больше, чем потребляют овощной продукции в настоящее время. Поэтому сбор и анализ статистической информации об уровне производства овощных культур в Ивановской области и близких к ней областей, является актуальным и необходимым для понимания и отслеживания ситуации.

Целью статьи является поиск зависимости объемов производства продукции овощных культур в Ивановской, Владимирской и Ярославской областях от различных факторов.

$$f(X, Y) = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y \cdot \sqrt{1 - \rho^2}} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot \sqrt{1 - \rho^2}} \cdot \left(\left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \right)^2 - 2 \cdot \rho \cdot \left(\frac{y - \mu_y}{\sigma_y} \right) \cdot \left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \right) + \left(\frac{y - \mu_y}{\sigma_y} \right)^2 \right) \right] \quad (1)$$

где μ_x и μ_y — математические ожидания переменных X и Y , соответственно;
 σ_x^2 , и σ_y^2 — дисперсия переменных X и Y , соответственно;

ρ — коэффициент парной корреляции. Данный коэффициент показывает тесноту линейной связи между переменными X и Y , соответственно и определяется формулой (2):

$$\rho = M \left[\frac{X - \mu_x}{\sigma_x} \cdot \frac{Y - \mu_y}{\sigma_y} \right] \quad (2)$$

ρ^2 — это коэффициент детерминации. Он показывает долю дисперсии одной переменной, обусловленную изменением другой переменной. Тогда $(1 - \rho^2)$ — показатель характеризующий долю остаточной дисперсии [4]. В этом случае остаточную дисперсию переменной Y и X можно представить формулами (3) и (4):

$$S_{y|x}^2 = S_y^2 (1 - \rho^2) \quad (3)$$

$$S_{x|y}^2 = S_x^2 (1 - \rho^2) \quad (4)$$

Для проверки значимости коэффициента корреляции используют распределение Стьюдента, представленного формулой (5), которое при истинности гипотезы H_0 имеет t — распределение с

Материалы и методы

Методика основана на использовании корреляционно-регрессионного анализа, который представляет собой анализ взаимозависимости нескольких переменных. При этом корреляционный анализ применяется в том случае, когда данные распределены по нормальному закону и когда их можно считать случайными. Основной задачей корреляционного анализа, в данном случае, является определение коэффициентов корреляции и детерминации [2].

Пусть известны две совокупности переменных X и Y . При этом распределение между ними представлено плотностью 2-го нормального закона распределения, представленного формулой (1):

$n-2$ степенями свободы. При этом гипотеза отвергается и коэффициент корреляции считается значимым тогда, когда выполнено условие (6):

$$t_{набл} = \frac{r}{\sqrt{1 - \rho^2}} \cdot \sqrt{n - 2} \quad (5)$$

$$t_{набл} > t_{кр} \quad (6)$$

где $t_{кр} = St(\alpha; n - 2)$ определяется при уровне значимости α и числе степеней свободы $n-2$ [2].

К основным факторам, влияющим на эффективность производства овощной продукции можно отнести: 1 — технологические, 2 — организационно-экономические, 3 — природные, 4 — агробиологические и 5 — рыночные. Эффективность производства овощной продукции в значительной степени зависит от совокупности всех факторов, влияющих на увеличение урожайности и снижение себестоимости [10].

Таким образом, задача отыскания зависимости между объемами производства продукции овощных культур в Ивановской, Владимирской и Ярославской областях и факторами, влияющими на сбор овощей, является сложной зада-

чей, для ее решения необходимо очень тщательно исследовать совокупность исходных данных [8] по данной тематике [3], а также применить метод корреляционно-регрессионного анализа.

Результаты и обсуждение

Валовой сбор овощных культур в Ивановской, Владимирской и Ярославской областях показан на рисунке 1.

Полученные результаты говорят о том, что в Ивановской области наблюдается снижение объемов производства овощных культур, начиная с 2007 г. и по настоящее время. В Ярославской и Владимирской областях наблюдается иная картина, начиная с 2010 г. происходит рост сбора всех овощей в хозяйствах всех категорий.

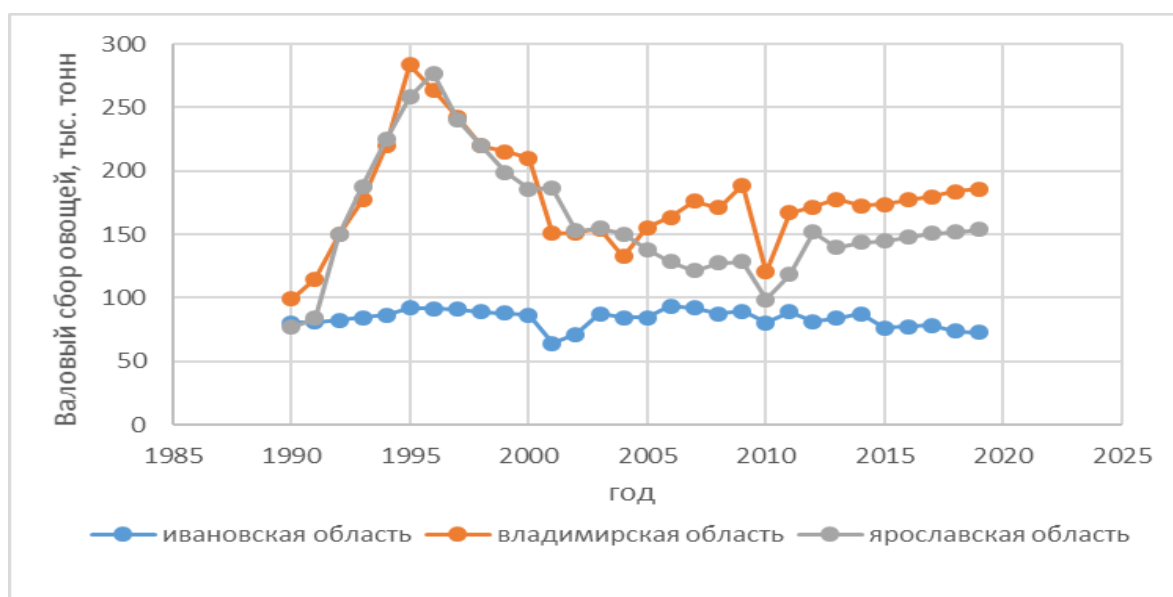


Рисунок 1 — Валовой сбор овощей (в хозяйствах всех категорий, тыс. т) в Ивановской, Владимирской и Ярославской областях [9]

Для оценки тесноты связи между валовым сбором овощей и внесением минеральных удобрений, органических удобрений, посевными площади, уро-

жайностью, была получена следующая матрица коэффициентов корреляции, представленная в таблице 2.

Таблица 2 — Оценка тесноты связи между валовым сбором овощей и внесением минеральных удобрений, органических удобрений, посевными площади, урожайностью

	$\hat{Y}$	X_1	X_2	X_3	X_4
Ивановская область					
$\hat{Y}$	1,00	-0,21	-0,21	0,26	-0,31
X_1	-0,21	1,00	0,98	-0,19	-0,88
X_2	-0,21	0,98	1,00	-0,12	-0,84
X_3	0,26	-0,19	-0,12	1,00	0,13
X_4	-0,31	-0,88	-0,84	0,13	1,00
Владимирская область					
$\hat{Y}$	1,00	-0,58	-0,38	0,65	0,75
X_1	-0,58	1,00	0,95	-0,82	-0,30
X_2	-0,38	0,95	1,00	-0,76	-0,07
X_3	0,65	-0,82	-0,76	1,00	0,33

	$\hat{Y}$	X_1	X_2	X_3	X_4
X_4	0,75	-0,30	-0,07	0,33	1,00
Ярославская область					
$\hat{Y}$	1,00	-0,42	-0,19	0,88	0,77
X_1	-0,42	1,00	0,76	-0,09	-0,52
X_2	-0,19	0,76	1,00	0,12	-0,31
X_3	0,88	-0,09	0,12	1,00	0,58
X_4	0,77	-0,52	-0,31	0,58	1,00

Из таблицы 2 видно, что для Ивановской области наблюдается средняя оценка корреляции, только между $\hat{Y}$ – X_4 . Во всех остальных случаях наблюдается слабая корреляция между фактором и откликом ($\hat{Y}$ – X_1 , X_2 , X_3). Для Владимирской области наблюдается сильная корреляция между фактором и откликом ($\hat{Y}$ – X_1 , X_2 , X_3 , X_4). Для Ярославской области за исключением $\hat{Y}$ – X_2 (слабая связь) наблюдается сильная связь между фактором и откликом ($\hat{Y}$ – X_1 , X_3 , X_4), где $\hat{Y}$ — валовой сбор овощей (в хозяйствах всех категорий; тыс. тонн); X_1 — внесение минеральных удобрений (в

пересчете на 100% питательных веществ), кг; X_2 — внесение органических удобрений, тонн; X_3 — посевные площади овощей (в хозяйствах всех категорий), тыс. га; X_4 — урожайность овощей (в хозяйствах всех категорий), ц/га. Далее произведен расчет оценок коэффициентов регрессии. В общем виде уравнение регрессии выглядит следующим образом: $\hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3 + b_4 \cdot X_4$. Полученные результаты показали следующее для Ивановской, Владимирской и Ярославской областей (параметры уравнений регрессии представлены в таблицах 3–5).

Таблица 3 — Основные параметры, полученные с помощью регрессионного анализа для Ивановской области

N = 29	$\hat{Y}$: валовой сбор овощей коэффициент детерминации (R^2) = 0,505					
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t	p-level
Intercept			115,86	17,31	6,69	0,00
X_1	-1,23	1,30	-0,21	0,23	-0,94	0,35
X_2	0,28	1,12	1,09	4,30	0,25	0,80
X_3	0,17	0,20	1,12	1,33	0,83	0,41
X_4	-0,67	0,14	-0,35	0,05	-4,19	0,03

Таблица 4 — Основные параметры, полученные с помощью регрессионного анализа для Владимирской области

N = 29	$\hat{Y}$: валовой сбор овощей коэффициент детерминации (R^2) = 0,883					
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t	p-level
Intercept			57,58	37,94	1,52	0,14
X_1	-1,02	0,51	-1,21	0,61	-2,99	0,04
X_2	0,88	0,47	20,71	11,03	1,88	0,07
X_3	0,35	0,17	6,64	2,95	2,15	0,04
X_4	-0,39	0,15	0,23	0,09	2,62	0,01

Таблица 5 — Основные параметры, полученные с помощью регрессионного анализа для Ярославской области

N = 29	Ŷ: валовой сбор овощей коэффициент детерминации (R ²) = 0,919					
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t	p-level
Intercept			-56,64	18,28	-3,09	0,00
X ₁	-0,22	0,10	-0,57	0,26	-2,15	0,04
X ₂	0,04	0,09	-1,52	3,50	-0,43	0,67
X ₃	0,74	0,07	32,61	3,41	9,57	0,00
X ₄	0,22	0,09	0,18	0,07	2,46	0,02

На основании расчетных значений уровня значимости ($p\text{-level} < 0,05$), корреляционной матрицы (табл. 2) и критерия Стьюдента ($p = 0,05$; $t_{таб}(29) = 2,045$) можно говорить о том, что некоторые коэффициенты оказались незначимыми. Поэтому необходимо соответствующие факторы исключить из списка зависимых переменных для каждой области. В результате произведенных расчетов, получены статистически значимые уравнения регрессии для Ивановской области (7), Владимирской области (8) и Ярославской области (9). В рассматриваемой модели значение свободного члена со знаком «минус» говорит об отрицательном влиянии неучтенных факторов на эффективность развития производства овощной продукции:

$$\hat{Y} = 115,86 - 0,35 \cdot X_4 \quad (7)$$

$$\hat{Y} = 57,58 - 1,21 \cdot X_1 + 6,64 \cdot X_3 + 0,23 \cdot X_4 \quad (8)$$

$$\hat{Y} = -56,64 - 0,57 \cdot X_1 + 32,61 \cdot X_3 + 0,18 \cdot X_4 \quad (9)$$

Полученные результаты в таблицах 3–5 свидетельствуют о том, что чем ближе коэффициент детерминации к 1, тем с большей вероятностью можно утверждать, что регрессия адекватна. Так, для Ярославской области $R^2 = 0,919$. Это означает, что 91,9 % изменчивости валового сбора овощей от внесения минеральных удобрений, посевных площадей овощей, урожайности овощей объясняется регрессией, а 8,1 % — влиянием других факторов. Для Ивановской

области полученные значения коэффициента детерминации составили 0,505. Полученные данные свидетельствуют о том, что в данном регионе на валовой сбор овощей сильное влияние могут оказывать и другие факторы. Далее более строго проверим предположение о значимости доли изменчивости, объясняемой регрессией. Данная проверка осуществлялась с помощью критерия Фишера. Полученные расчеты показали, что для Ивановской, Владимирской, Ярославской областей расчетные значения критерия Фишера равны 2,1619; 1,766 и 1,098 соответственно, а табличное значение критерия Фишера равно 1,90. Таким образом, можно говорить о том, что регрессия адекватна ($F < F_{таб}$).

Исходя из рассчитанных данных, далее был произведен прогноз распределения объемов производства овощной продукции только для Ярославской и Владимирской областей на 2020 г. Полученные данные говорят о том, что будет наблюдаться рост валового сбора всех овощей в рассматриваемых областях. Из табл. 6 видно, что средняя ошибка прогнозируемых данных за период — 2015 г. составляет 2,87 % а за 2017 г. — 2,17 %, такие результаты говорят о том, что анализ объемов производства овощной продукции хорошо предсказывает наблюдаемые значения. Для Ивановской же области такой прогноз не производился в связи с тем, что выбранная линейная модель не адекватна для данного региона.

Таблица 6 — Результаты итогового прогноза распределения объемов производства овощной продукции

Регион	Валовый сбор овощей, тыс. т			Прогноз валового сбора овощей, тыс. т			Ошибка прогнозируемых данных	
	2015	2017	2020	2015	2017	2020	2015	2017
Владимирская обл.	173,5	180,0	-	180,0	186,5	189,4	3,74	3,61
Ярославская обл.	144,6	151,0	-	146,9	152,9	155,9	1,59	1,26
средняя ошибка прогнозируемых данных, %							2,87	2,17

Выводы

Рассчитанные значения коэффициента детерминации для Владимирской и Ярославской областей показали, что 88,3 % и 91,9 % изменчивости валового сбора овощей от внесения минеральных удобрений, посевных площадей овощей, урожайности овощей объясняется регрессией, а 11,7 % и 8,1 % соответственно — влиянием других факторов. Критерий *t*-статистики показал, что рассчитанные уравнения обладают высокой степенью значимости. Произведен прогноз распределения объемов производства овощной продукции в рассматриваемых областях на 2020 г., рассчитана средняя ошибка прогнозируемых данных. Полученные данные свидетельствуют о том, что будет наблюдаться рост валового сбора овощей в данных областях. Рассчитанные показатели для Ивановской области свидетельствуют о том, что на объем валового сбора овощей в данной области рассматриваемые факторы влияют менее значимо и прогнозировать объемы сбора овощей, используя линейную модель — нельзя.

Библиографический список

1. Каменева, С. В. Статистическое исследование потребления продуктов питания населением разных стран // Экономические исследования и разработки. — 2018. — № 6. — С. 30–44.
2. Мхитарян, В. С., Астафьева, Е. В., Миронкина, Ю. Н., Трошин, Л. И. Теория вероятностей и математическая статистика. — М., 2013.

3. Чичканов, В. П., Дульциков, Ю. С., Раевский, С. В., Ярлыканов, А. Б. Оценка вариантов прогнозирования развития регионов // Экономика региона. — 2013. — № 2 (34). — С. 164–167.

4. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. — 3-е изд., перераб. и доп. — М., 2010.

5. Коришунов, Л. А. Региональные особенности и проблемы роста (на примере Алтайского края) // Экономика региона. — 2007. — № 54. — С. 66–77.

6. Гершанок, Г. А. Социально-экономическая и экологическая емкость территории при оценке устойчивости ее развития // Экономика региона. — 2006. — № 4 (8). — С. 166–180.

7. Сухарев, О. С., Шманев, С. В. Региональная политика. Проблемы и перспективы (на примере Орловской области) // Экономика региона. — 2006. — № 4 (8). — С. 67–77.

8. Промышленное производство: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gks.ru>.

9. Машунин, Ю. К., Машунин, И. А. Прогнозирование развития экономики региона с использованием таблиц «затраты-выпуск» // Экономика региона. — 2014. — № 2. — С. 276–289.

10. Романова, С. Ш. Факторы повышения эффективности производства продукции овощеводства защищенного грунта // Вестник БГСА. — 2015. — № 2. — С. 11–16.

Bibliographic list

1. *Kameneva, S. V.* Statistical study of food consumption by population of different countries // Economic research and development. — 2018. — № 6. — P. 30–44.

2. *Mkhitaryan, V. S., Astafyeva, E. V., Mironkina, Yu. N., Troshin, L. I.* Probability theory and mathematical statistics. — M., 2013.

3. *Chichkanov, V. P., Golikov, J. S., Raevsky, S. V., Yarlykapov, A. B.* Assessment of options predict the development of regions // Regional economy. — 2013. — № 2 (34). — P. 164–167.

4. *Kremer, N. S.* Probability theory and mathematical statistics. — 3rd ed., add. — M., 2010.

5. *Korshunov, L. A.* Regional features and problems of growth (on example of Altai territory) // Regional economy. — 2007. — № 54. — P. 66–77.

6. *Gershanok, G. A.* Socio-economic and ecological capacity of territory in assessing the sustainability of its development // Regional economy. — 2006. — № 4 (8). — P. 166–180.

7. *Sukharev, O. S., Shmarev, S. V.* Regional policy. Problems and prospects (on example of Orlovskaya region) // Regional economy. — 2006. — № 4 (8). — P. 67–77.

8. Industrial production: Federal state statistics service [Electronic resource]. — Mode of access: <http://www.gks.ru>.

9. *Machonin, Yu. K., Makunin, I. A.* Forecasting the development of regional economy with the use of tables «costs-output» // Regional economy. — 2014. — № 2. — P. 276–289.

10. *Romanova, S. Sh.* Factors of increasing the efficiency of vegetable production in protected soil // Bulletin of RSCA. — 2015. — № 2. — P. 11–16.