

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЙ УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР КАК ОСНОВА ВЫБОРА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОВЫШЕНИЕ СТЕПЕНИ ЕГО УСТОЙЧИВОСТИ

Н. Н. МИНИНА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 15.04.2022).

Устойчивость отрасли растениеводства сельскохозяйственных предприятий предполагает наличие способности минимизировать влияние погодных и иных колебаний на снабжение продовольствием населения страны.

Устойчивость производства основных видов продукции в пределах определенного региона можно оценивать по результатам статистического анализа синхронности или асинхронности колебаний их производства в условиях различий климатических характеристик во времени и пространстве.

Автором статьи была изучена динамика урожайности основных сельскохозяйственных культур в аграрных организациях Могилевской области за 21 год. Изучена взаимосвязь изменений урожайности культур путем построения матрицы парных коэффициентов корреляции и матриц частных коэффициентов корреляции для цепных индексов урожайности. Путем последовательного исключения факторов с наиболее существенным влиянием на урожайности других культур определены культуры, цепные индексы урожайности которых могут быть представлены в качестве набора независимых случайных величин и смоделированы отдельно друг от друга. Результаты выполненной проверки результатов расчетов с использованием F-критериев Фишера и статистики Фаррара-Глоубера свидетельствуют об отсутствии мультиколлинеарности.

На основе полученных закономерностей автором построены регрессионные модели, характеризующие синхронность колебаний урожайности различных сельскохозяйственных культур в динамике. Полученные значения коэффициента детерминации R^2 , критерия Фишера F, t-критериев Стьюдента свидетельствует о высоком качестве полученных моделей.

Предложенный методический подход обеспечивает возможность моделирования значений цепных индексов урожайности сельскохозяйственных культур за продолжительный период. Результаты проведенных расчетов позволяют более эффективно прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур и обеспечить выбор перспективных параметров аграрного производства Могилевской области, обеспечивающих повышение степени его устойчивости.

Ключевые слова: *устойчивость производства, урожайность сельскохозяйственных культур, динамика, регрессионная модель, эффективность.*

The sustainability of crop industry of agricultural enterprises implies the ability to minimize the impact of weather and other fluctuations on the food supply of the country's population.

The stability of production of the main types of products within a certain region can be assessed by the results of statistical analysis of the synchronicity or asynchrony of fluctuations in their production under conditions of differences in climatic characteristics in time and space.

The author of the article studied the dynamics of the yield of the main agricultural crops in agricultural organizations of Mogilev region for 21 years. The relationship of crop yield changes has been studied by constructing a matrix of paired correlation coefficients and matrices of partial correlation coefficients for chain yield indices. By sequentially excluding factors with the most significant impact on the yields of other crops, crops have been identified whose chain yield indices can be represented as a set of independent random variables and modeled separately from each other. The results of the performed verification of calculation results using Fisher's F-criteria and Farrar-Glober statistics indicate the absence of multicollinearity.

Based on the obtained regularities, the author constructed regression models characterizing the synchronicity of fluctuations in the yield of various agricultural crops in dynamics. The obtained values of the termination coefficient R^2 , Fisher's criterion F, Student's t-criteria indicate the high quality of the obtained models.

The proposed methodological approach provides the possibility of modeling the values of chain indices of crop yields over a long period. The results of calculations will make it possible to more effectively predict the yield of agricultural crops and ensure the selection of promising parameters of agricultural production in Mogilev region, ensuring an increase in the degree of its stability.

Key words: *production stability, crop yield, dynamics, regression model, efficiency.*

Введение

Продукцию растениеводства получают от возделывания различных видов сельскохозяйственных культур, отличающихся требованиями к условиям выращивания. Для каждого региона можно подобрать наиболее эффективное их сочетание, обеспечить его специализацию на возделывании тех культур, которые наиболее эффективно используют природные и экономические условия. При выборе лучших вариантов сочетания посевных площадей сельскохозяйственных культур необходимо учитывать уровень устойчивости производства продукции, а также возможность повышения устойчивости за счет асинхронных отклонений урожайности.

Случайный характер колеблемости метеорологических условий определяет особую роль погодного фактора при анализе рисков сельскохозяйственного производства. Чем выше в динамике уровень

колеблемости погодных условий (среднемесячной температуры и месячной суммы осадков) в период вегетации культур, тем выше риск производства растениеводческой продукции. Случайный характер влияния метеорологических условий на условия и результаты аграрного производства в заданной климатической зоне или стране отличает данный фактор от климатического.

Метеорологические условия оказывают влияние на особенности технологических процессов конкретного года, конечные результаты производства, конъюнктуру цен, надежность работы технических средств. Применяемый производителями сельскохозяйственной продукции комплекс агротехнических мероприятий позволяет частично компенсировать неблагоприятные погодные условия, низкое качество почв, уменьшить риск снижения урожайности.

В научной литературе проблеме устойчивости организаций уделяется значительное внимание. При этом многие авторы акцентируют внимание на экономической составляющей устойчивости [1, 3, 4, 5, 6].

Цель исследования – охарактеризовать взаимосвязь изменений урожайности культур как основу выбора перспективных параметров аграрного производства сельскохозяйственных организаций Могилевской области, обеспечивающих повышение степени его устойчивости.

Основная часть

Применялись общенаучные и частные методы и приемы исследования, корреляционно-регрессионный анализ. Использовались информация из статистических сборников, данные ГИВЦ Национального статистического комитета Республики Беларусь, работы отечественных и зарубежных ученых [2, 7, 8].

В качестве исходных данных нами были использованы ряды динамики урожайности сельскохозяйственных культур по аграрным организациям Могилевской области за 21 год. Для того чтобы нивелировать влияние социально-экономических и технологических факторов, исходные данные для имитационного моделирования урожайностей сельскохозяйственных культур были представлены в виде цепных индексов урожаев. Кроме того, переход к цепным индексам обеспечивает возможность использования результатов моделирования на любой период длительности.

Складывающиеся в разные годы климатические и ценовые факторы, воздействующие на результаты деятельности сельскохозяйственного предприятия, можно рассматривать как совокупность связанных между собой случайных величин. Полученные цепные индексы свидетельствуют о том, что сила стохастической связи между разными факторами различна.

Связи между изменениями урожайности различных сельскохозяйственных культур можно выявить путем построения матрицы парных корреляций и матриц частных корреляций для цепных индексов урожайности культур.

Для оценки мультиколлинеарности факторов используют матрицу парных коэффициентов корреляции зависимого (результативного) признака с факторными признаками, которая позволяет оценить степень влияния каждого показателя-фактора на зависимую переменную, а также тесноту взаимосвязей факторов между собой. Если в матрице есть межфакторный коэффициент корреляции больше 0,7, то в данной модели множественной регрессии существует мультиколлинеарность.

Рассчитанная нами матрица парных корреляций для цепных индексов урожайностей сельскохозяйственных культур приведена в табл. 1.

Если переменные коррелируют друг с другом, то на значении коэффициента корреляции частично сказывается влияние других переменных.

В отличие от парного коэффициента корреляции, частный коэффициент корреляции характеризует тесноту линейной зависимости между результатом и соответствующим фактором при устранении влияния других факторов. Частный коэффициент корреляции оценивает тесноту связи между двумя переменными при фиксированном значении остальных факторов.

На основе матрицы парных корреляций нами были рассчитана матрица частных коэффициентов корреляции для цепных индексов урожайностей. Путем последовательного исключения факторов с наиболее существенным влиянием на урожайности других культур получим табл. 2.

Оставшиеся урожайности культур, очищенные от влияния урожайностей других культур, могут быть представлены в качестве набора независимых случайных величин и смоделированы отдельно друг от друга.

Таблица 1. Матрица парных корреляций для цепных индексов урожайностей сельскохозяйственных культур аграрных организаций Могилевской области

Культуры	Гречиха	Зернобобовые культуры	Картофель	Кормовые корнеплоды	Кукуруза на зеленую массу	Кукуруза на зерно	Льноволокно	Многолетние травы на зеленую массу	Овес	Овощи открытого грунта	Однолетние травы на зеленую массу	Пшеница	Рапс на семена	Рожь	Сахарная свекла	Тритикале	Ячмень
Гречиха	1,00	0,49	0,17	0,04	-0,10	0,15	0,27	0,34	0,46	-0,74	0,39	0,40	0,39	0,39	-0,14	0,10	0,50
Зернобобовые культуры	0,49	1,00	0,47	0,06	-0,07	0,11	0,64	0,23	0,89	-0,29	0,51	0,67	0,53	0,62	0,12	0,59	0,78
Картофель	0,17	0,47	1,00	0,34	0,50	0,52	0,39	0,26	0,36	0,03	0,49	0,24	0,26	0,13	0,66	0,24	0,29
Кормовые корнеплоды	0,04	0,06	0,34	1,00	0,33	0,45	0,16	0,44	-0,02	0,08	0,47	-0,20	0,28	-0,33	0,63	-0,23	-0,07
Кукуруза на зеленую массу	-0,10	-0,07	0,50	0,33	1,00	0,72	0,02	0,38	-0,19	0,39	0,38	-0,24	0,04	-0,22	0,63	-0,13	-0,34
Кукуруза на зерно	0,15	0,11	0,52	0,45	0,72	1,00	0,43	0,26	-0,04	0,13	0,46	-0,33	0,01	-0,30	0,49	-0,39	-0,23
Льноволокно	0,27	0,64	0,39	0,16	0,02	0,43	1,00	0,19	0,57	-0,14	0,53	0,14	0,36	0,12	0,11	0,06	0,38
Многолетние травы на зеленую массу	0,34	0,23	0,26	0,44	0,38	0,26	0,19	1,00	0,21	0,02	0,84	0,16	0,59	-0,12	0,52	0,15	0,28
Овес	0,46	0,89	0,36	-0,02	-0,19	-0,04	0,57	0,21	1,00	-0,30	0,34	0,81	0,55	0,71	0,09	0,73	0,89
Овощи открытого грунта	-0,74	-0,29	0,03	0,08	0,39	0,13	-0,14	0,02	-0,30	1,00	-0,05	-0,25	-0,09	-0,36	0,29	0,09	-0,32
Однолетние травы на зеленую массу	0,39	0,51	0,49	0,47	0,38	0,46	0,53	0,84	0,34	-0,05	1,00	0,08	0,48	-0,04	0,50	0,02	0,27
Пшеница	0,40	0,67	0,24	-0,20	-0,24	-0,33	0,14	0,16	0,81	-0,25	0,08	1,00	0,62	0,71	0,06	0,87	0,90
Рапс на семена	0,39	0,53	0,26	0,28	0,04	0,01	0,36	0,59	0,55	-0,09	0,48	0,62	1,00	0,14	0,32	0,47	0,69
Рожь	0,39	0,62	0,13	-0,33	-0,22	-0,30	0,12	-0,12	0,71	-0,36	-0,04	0,71	0,14	1,00	-0,10	0,76	0,64
Сахарная свекла	-0,14	0,12	0,66	0,63	0,63	0,49	0,11	0,52	0,09	0,29	0,50	0,06	0,32	-0,10	1,00	0,16	0,04
Тритикале	0,10	0,59	0,24	-0,23	-0,13	-0,39	0,06	0,15	0,73	0,09	0,02	0,87	0,47	0,76	0,16	1,00	0,76
Ячмень	0,50	0,78	0,29	-0,07	-0,34	-0,23	0,38	0,28	0,89	-0,32	0,27	0,90	0,69	0,64	0,04	0,76	1,00

Таблица 2. Матрица частных коэффициентов корреляции для цепных индексов урожайностей сельскохозяйственных культур аграрных организаций Могилевской области после исключения факторов с наиболее существенным влиянием на урожайности других культур

Культуры	Кукуруза на зеленую массу	Льноволокно	Рожь
Кукуруза на зеленую массу	1	0,050	-0,220
Льноволокно	0,050	1	0,133
Рожь	-0,220	0,133	1

На основании частных коэффициентов можно, во-первых, сделать вывод об обоснованности включения переменных в регрессионную модель, а во-вторых, отобрать независимые друг от друга переменные. Если значение коэффициента мало или он незначим, то это означает, что связь между двумя данными факторами либо очень слабая, либо вовсе отсутствует.

F -критерии Фишера дают возможность охарактеризовать мультиколлинеарность каждого фактора с остальными и составляют соответственно 0,274, 0,098 и 0,359. Поскольку каждый из F -критериев Фишера меньше $F_{табл} = 19,437$, соответствующие им переменные не мультиколлинеарны с другими.

Статистика Фаррара-Глоубера позволяет оценить мультиколлинеарность всех факторов. В нашем случае статистика Фаррара-Глоубера составляет $X^2 = 1,13$. Она меньше $X_{табл}^2 = 7,82$, следовательно, в векторе факторов отсутствует мультиколлинеарность.

На основе полученных закономерностей нами построены следующие регрессионные модели, характеризующие синхронность либо асинхронность колебаний урожайности различных сельскохозяйственных культур в динамике. В качестве исходных данных использована матрица цепных индексов урожайностей сельскохозяйственных культур Могилевской области. Используются следующие обозначения переменных: $I_{гр}$ – цепной индекс урожайности гречихи; $I_{кукзер}$ – цепной индекс урожайности кукурузы на зерно; $I_{кукзм}$ – цепной индекс урожайности кукурузы на зеленую массу; $I_{к}$ – цепной индекс урожайности картофеля; $I_{лв}$ – цепной индекс выхода льноволокна с 1 га; $I_{сс}$ – цепной индекс урожайности сахарной свеклы; $I_{ячм}$ – цепной индекс урожайности ячменя; $I_{пш}$ – цепной индекс урожайности пшеницы; $I_{мнтрзм}$ – цепной индекс урожайности многолетних трав на зеленую массу; $I_{о}$ – цепной индекс урожайности овощей открытого грунта; $I_{р}$ – цепной индекс урожайности рапса на семена; $I_{однтрзм}$ – цепной индекс урожайности однолетних трав на зеленую массу; $I_{зб}$ – цепной индекс урожайности зернобобовых культур; $I_{ов}$ – цепной индекс урожайности овса; $I_{тр}$ – цепной индекс урожайности тритикале; $I_{рж}$ – цепной индекс урожайности ржи.

$$I_{кукзм} = 0,741 + 0,728 \cdot I_{зб} + 0,376 \cdot I_{к} + 0,540 \cdot I_{кукзер} + 1,609 \cdot I_{мнтрзм} - 1,837 \cdot I_{однтрзм} - 1,142 \cdot I_{ячм}, R^2 = 0,874, F = 15,0. \quad (1)$$

$$I_{сс} = 7,479 - 6,773 \cdot I_{гр} + 0,222 \cdot I_{к} + 0,265 \cdot I_{мнтрзм}, R^2 = 0,713, F = 13,3. \quad (2)$$

$$I_{ячм} = 0,323 - 0,256 \cdot I_{кукзм} + 0,590 \cdot I_{ов} + 0,342 \cdot I_{р}, R^2 = 0,908, F = 52,8. \quad (3)$$

$$I_{пш} = 0,114 - 0,174 \cdot I_{лв} + 0,584 \cdot I_{ов} + 0,226 \cdot I_{р} + 0,264 \cdot I_{тр}, R^2 = 0,908, F = 37,0. \quad (4)$$

$$I_{\text{мнтрзм}} = -0,199 - 0,353 \cdot I_{\text{зб}} + 1,268 \cdot I_{\text{однтрзм}} + 0,284 \cdot I_{\text{тр}}, R^2 = 0,870, F = 35,6. \quad (5)$$

$$I_{\text{р}} = -0,057 + 0,350 \cdot I_{\text{кукзм}} - 0,393 \cdot I_{\text{рж}} + 1,124 \cdot I_{\text{ячм}}, R^2 = 0,730, F = 14,4. \quad (6)$$

$$I_{\text{однтрзм}} = 0,450 + 0,420 \cdot I_{\text{зб}} + 0,164 \cdot I_{\text{к}} - 0,262 \cdot I_{\text{кукзм}} + 0,806 \cdot I_{\text{мнтрзм}} - 0,565 \cdot I_{\text{ячм}}, \\ R^2 = 0,965, F = 76,3. \quad (7)$$

$$I_{\text{кукзер}} = 0,427 + 0,458 \cdot I_{\text{кукзм}} + 0,124 \cdot I_{\text{лв}}, R^2 = 0,689, F = 18,8. \quad (8)$$

$$I_{\text{р}} = 1,222 + 0,011 \cdot I_{\text{мнтрзм}} - 0,204 \cdot I_{\text{о}}, R^2 = 0,683, F = 18,3. \quad (9)$$

$$I_{\text{зб}} = -0,945 - 0,288 \cdot I_{\text{к}} + 0,554 \cdot I_{\text{кукзм}} - 1,611 \cdot I_{\text{мнтрзм}} + 1,967 \cdot I_{\text{однтрзм}} + \\ + 1,299 \cdot I_{\text{ячм}}, R^2 = 0,944, F = 47,2. \quad (10)$$

$$I_{\text{ов}} = -0,131 + 0,272 \cdot I_{\text{лв}} + 0,845 \cdot I_{\text{пш}}, R^2 = 0,866, F = 55,0. \quad (11)$$

Построенные регрессионные модели характеризуют синхронность колебаний урожайности различных сельскохозяйственных культур в динамике. Полученные значения коэффициента детерминации R^2 , критерия Фишера F , t -критериев Стьюдента свидетельствует о высоком качестве полученных моделей.

Заключение

Предложенный методический подход обеспечивает возможность моделирования значений цепных индексов урожайности сельскохозяйственных культур за продолжительный период. Результаты проведенных расчетов позволят более эффективно прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур и обеспечить выбор перспективных параметров аграрного производства Могилевской области, обеспечивающих повышение степени его устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев, В. Н. Статистическое обеспечение проблемы устойчивости сельскохозяйственного производства: автореф. дисс. ... д. э. н. 08.00.11 – Статистика / В. Н. Афанасьев; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – СПб.: Типография С-ПГАУ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 1996. – 48 с.

2. Елисеева, И. И. Общая теория статистики: учебник / И. И. Елисеева, М. М. Юзбашев; под ред. чл.-корр. РАН И. И. Елисеевой. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 480 с.

3. Ефименко, А. В. Формирование эффективного механизма устойчивого развития перерабатывающих организаций АПК: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / А. В. Ефименко; УО «Могилевский государственный университет продовольствия». – Горки, 2017. – 29 с.

4. Кондратенко, С. А. Направления совершенствования механизма устойчивого развития региональных агропродовольственных комплексов Республики Беларусь / С. А. Кондратенко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2020. – Т. 58. – № 2. – С. 143–163.

5. Пакуш, Л. В. Разработка стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Беларусь / Л. В. Пакуш, А. Г. Ефименко // Никоновские чтения. – Москва: Всероссийский институт аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова, 2019. – С. 391–392.

6. Сидоренко, О. В. Экономическое обоснование зонального размещения производства зерновых культур в зависимости от природно-климатических условий региона / О. В. Сидоренко // Вестник аграрной науки. – 2018. – № 1 (70). – С. 81–87.

7. Статистические методы обработки данных: практикум / И. А. Кацко [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 89 с.

8. Эконометрика и экономико-математические методы и модели: учеб.-метод. пособие для студентов экономических специальностей заочной формы обучения / И. М. Борковская [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 129 с.