

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

БОНДИНА Наталья Николаевна, Пензенский государственный аграрный университет

БОНДИН Игорь Александрович, Пензенский государственный аграрный университет

ПАВЛОВ Александр Юрьевич, Пензенский государственный технологический университет

В исследовании проведен анализ показателей, характеризующих динамику развития растениеводства в сельскохозяйственных организациях Пензенской области с 2005 г. по 2015 г. На основе построения регрессионных моделей выявлены основные факторы, влияющие на изменение объемов валового сбора зерновых культур, сахарной свеклы, подсолнечника и картофеля. Сделан вывод об экстенсивном характере производства продукции растениеводства в регионе и необходимости модернизации материально-технической базы, а также повышения плодородия почвы путем внесения удобрений.

Введение. В рамках реализации государственных программ предпринимается попытка сформировать конкурентоспособную отрасль сельского хозяйства и увеличить уровень продовольственной безопасности страны. Ставится задача проведения коренной перестройки экономических отношений в агропромышленном комплексе, смысл которой заключается в том, чтобы повысить валовые сборы основных сельскохозяйственных культур и обеспечить повышение качества сельскохозяйственной продукции [5].

Цель данного исследования – проанализировать динамику развития растениеводства в сельскохозяйственных организациях и выявить основные факторы, влияющие на изменение объемов валового сбора.

Методика исследований. В процессе исследования использовались следующие методы: абстрактно-логический; экономико-статистический; расчетно-аналитический и расчетно-конструктивный; экспериментальный.

Результаты исследований. Значительный земельный потенциал обуславливает высокую значимость развития сельскохозяйственной отрасли для большинства регионов европейской части России. Не представляет собой исключение и Пензенская область. На долю сельского хозяй-

ства в регионе приходится порядка 17 % валового регионального продукта и более 30 % ВРП, созданного в сфере производства товаров [3].

Земли сельскохозяйственного назначения составляют 70,9 % от общей площади земельного фонда Пензенской области, тогда как по стране этот показатель составляет 22,7 %. Это свидетельствует о том, что область является одним из ведущих сельскохозяйственных регионов (8-е место среди субъектов РФ) [2].

Вместе с тем в качестве общей проблемы АПК региона выступает сокращение посевных площадей сельскохозяйственных культур в организациях (в 2015 г. практически на 10 % от уровня 2005 г.), что связано с уменьшением поголовья сельскохозяйственных животных и высоким коэффициентом выбытия сельскохозяйственной техники. По отдельным сельскохозяйственным культурам ситуация постепенно меняется. После резкого сокращения посевов зерновых культур в 2014 г. – на 68,6 тыс. га по сравнению с 2013 г., начиная с 2015 г. отмечается расширение зернового направления, чему способствовал значительный рост цены реализации продукции (табл. 1) [7].

Устойчивая тенденция к увеличению посевных площадей наблюдается по подсолнечнику и картофелю. Так, если в 2005 г. под посевы подсол-

Таблица 1

Посевные площади сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях по годам, тыс. га

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Вся посевная площадь	1057,7	1068,6	1019,7	1045,9	984,9	907,5	895,8	877,5	912,6	866,9	954,4
Посевная площадь зерновых культур	634,9	636,3	617,2	645,1	620,9	508,7	454,0	465,6	482,5	413,9	535,0
Посевная площадь сахарной свеклы	27,0	34,1	33,2	28,5	31,9	44,4	51,3	48,1	40,1	38,8	41,4
Посевная площадь подсолнечника	47,3	49,1	37,1	48,7	49,7	88,9	123,0	111,7	146,1	133,0	132,6
Посевная площадь картофеля	1,0	1,1	1,4	1,3	1,7	2,7	3,1	3,1	3,0	3,5	3,1





нечника приходилось 47,3 тыс. га, то в 2015 г. уже 132,6 тыс. га, что в 2,8 раза больше. Реализация государственной программы Пензенской области «Развитие агропромышленного комплекса Пензенской области на 2014 – 2020 годы» [11] в части подпрограммы 1 «Развитие подотрасли растениеводства, переработки и реализации продукции растениеводства» позволила сохранить высокий рост посевных площадей картофеля по сравнению с 2005 г. Прежде всего за счет предоставления сельскохозяйственным организациям субсидий на создание логистических центров, направленных на обеспечение устойчивого развития картофелеводства (возмещение 30 % затрат на строительство, реконструкцию помещений, приобретение техники и оборудования).

В качестве основных показателей, характеризующих производственную деятельность аграрных предприятий следует отметить: объем производства и реализации продукции, урожайность культур, обеспеченность производства материально-технической базой и удобрениями [9].

В 2015 г. по сравнению с 2005 г. валовой сбор зерна увеличился в 1,5 раза, сахарной свеклы – в 2,5 раза, семян подсолнечника – в 6,8 раза, кар-

тофеля – в 4,6 раза. Рост производства был обусловлен увеличением урожайности данных сельскохозяйственных культур: зерновых культур – в 1,8 раза, сахарной свеклы (фабричной) – в 2,9 раза, подсолнечника – в 1,4 раза (табл. 2).

Важным фактором увеличения объемов производства продукции растениеводства в 2005–2015 гг. является повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В частности, урожайность подсолнечника за анализируемый период выросла на 9,1 ц/га и составила в 2015 г. – 15,9 ц/га, значительный рост урожайности наблюдается по сахарной свекле и картофелю – в 1,6 раза и в 1,7 раза соответственно. Урожайность зерновых культур, увеличилась с 13,6 ц/га в 2005 г. до 23,8 ц/га в 2015 г. (табл. 3).

Однако, несмотря на увеличивающиеся объемы проводимых в Пензенской области агрохимических мероприятий, значительное количество почв характеризуется повышенной кислотностью и низким содержанием фосфора. Это является сдерживающим фактором в развитии отрасли растениеводства, не позволяет полностью реализовать потенциал сельскохозяйственных земель в регионе [2].

Таблица 2

Валовые сборы основных сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях по годам, тыс. т

Культура	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Зерновые культуры (в весе после доработки)	861,5	965,6	798,6	1171,7	1195,1	351,0	713,5	613,5	1055,0	1021,1	1274,4
Свекла сахарная	543,5	941,6	750,4	901,9	814,3	507,2	1764,0	1718,4	1638,3	1177,5	1333,1
Семена подсолнечника	30,6	26,9	27,1	30,6	45,1	41,8	148,3	135,5	169,3	153,3	208,2
Картофель	12,9	11,4	11,5	10,7	24,0	8,8	41,1	34,3	36,9	43,8	59,5

Таблица 3

Урожайность сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях по годам, ц/га посевной площади

Культура	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Зерновые культуры (в весе после доработки)	13,6	15,2	12,9	18,2	19,3	6,9	15,7	13,2	21,9	24,7	23,8
Свекла сахарная	201	276	226	316	255	114	344	358	408	303	322
Семена подсолнечника	6,8	5,5	9,3	7,0	9,7	7,3	14,6	12,5	13,9	12,4	15,9
Картофель	129	105	85	85	144	32	133	110	123	124	221

Таблица 4

Внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях по годам

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Внесено минеральных удобрений (в пересчете на 100 % питательных веществ) всего, тыс. т	9,2	12,2	18,5	17,3	19,5	30,4	25,4	21,6	30,5	30,8	44,8
на 1 га посева, кг	9	12	19	18	23	37	32	28	38	40	53
В том числе под зерновые культуры (без кукурузы)	8	9	17	18	19	30	26	23	33	40	52
свеклу сахарную	153	164	222	175	235	270	191	149	187	163	203
подсолнечник	6	3	6	5	13	37	25	24	32	31	34
картофель	118	131	187	325	183	128	236	60	151	162	117



С 2005 по 2015 г. внесение минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях на 1 га посева зерновых культур увеличилось с 8 до 52 кг/га посева, сахарной свеклы – со 153 до 203 кг/га посева, подсолнечника – с 6 до 34 кг/га посева.

В целом за рассматриваемый период внесение минеральных удобрений в пересчете на 100 % питательных веществ по сельскохозяйственным организациям Пензенской области увеличилось в 4,9 раза, а на 1 га посева – в 5,9 раза (табл. 4).

Однако наблюдается недостаток внесения органических удобрений. В 2015 г. в среднем по области внесено 0,4 т органики на 1 гектар посевов, но для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах необходимо увеличить этот объем в 10 раз. За период 2005–2015 гг. внесение органических удобрений под посевы зерновых культур увеличилось только на 0,2 т на 1 га посевов, на прежнем уровне осталось по сахарной свекле. Длительное время внесение органики вообще не осуществлялось под посевы подсолнечника и картофеля (табл. 5).

Следует отметить, что проблема недостаточного применения удобрений привела в настоящее время к нарушению питательного баланса почвы и технологии производства сельскохозяйственной продукции. Использование в достаточных объемах и оптимальных соотношениях минеральных и органических удобрений способствует сохранению и воспроизводству почвенного плодородия, а также увеличению урожайности возделываемых культур, снижению трудоемкости производства продукции растениеводства [10].

Одной из основных проблем сельскохозяйственного производства в Пензенской области является высокий моральный и физический износ машин и оборудования аграрных предприятий. Наблюдается тенденция снижения технического потенциала, роста издержек на поддержание изношенной техники в рабочем состоянии и, как следствие, понижение эффективности производства и рост себестоимости продукции [4].

В связи с этим в государственной програм-

ме Пензенской области «Развитие агропромышленного комплекса Пензенской области на 2014–2020 годы» [11] для решения проблемы технического оснащения сельскохозяйственных товаропроизводителей выделена подпрограмма 5 «Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие». Однако имеющиеся данные свидетельствуют о том, что поставленные задачи решаются не в полном объеме. Машинно-тракторный парк аграрной сферы региона по-прежнему находится за пределами экономически целесообразных сроков использования: 70 % тракторов, 65 % зерноуборочных комбайнов имеют срок службы более 10 лет и требуют значительных затрат на восстановление. Продолжается сокращение парка основных видов техники. Количество тракторов с 2005 г. сократилось в 2,3 раза, навесного оборудования в среднем в 2,5 раза, комбайнов в 3 раза, за исключением картофелеуборочных, где наблюдается увеличение парка в 3,7 раза (табл. 6).

Вместе с тем, как показывает анализ, в последние годы в сельскохозяйственных организациях Пензенской области прибыль от реализации продукции ежегодно возрастала: в 2005 г. прибыль до налогообложения составила 190 млн руб., а в 2015 г. – 5514,5 млн руб. Это обусловлено, главным образом, повышением цен реализации: на масличные культуры, сахарную свеклу в 2015 г. по сравнению с 2005 г. цена увеличилась в 4 раза, на зерновые – в 3,7 раза, на картофель – в 2,5 раза (табл. 7).

Однако эффект роста цен в большинстве случаев снижается из-за одновременного увеличения затрат на продукцию и услуги, приобретаемые сельскохозяйственными товаропроизводителями [1].

Проведенный анализ свидетельствует о том, что ситуация в развитии сельскохозяйственной отрасли определяется большим числом одновременно и совокупно действующих факторов. В связи с этим возникает задача исследования зависимости объемов производства сельскохозяйственной продукции (валовой сбор) от выделенных факторов (посевная площадь, урожайность,

Таблица 5

Внесение органических удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях по годам

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Внесено органических удобрений всего, тыс. т	265,4	185,7	253,5	414,3	447,2	253,0	234,0	239,0	340,0	300,0	331,9
на 1 га посева, т	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
В том числе под зерновые культуры (без кукурузы)	0,4	0,2	0,4	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,7	0,6
свеклу сахарную	0,1	0,1	0,2	0,6	0,7	0,2	0,4	0,2	0,3	0,0	0,1
подсолнечник	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,03	0,03	0,1	0,1
картофель	0,3	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	0,6



внесение минеральных и органических удобрений, парк основных видов техники, цены реализации продукции), которая может быть решена с помощью математического моделирования на основе корреляционно-регрессионного анализа.

Для сравнительной оценки и отсева части факторов в программе Microsoft Excel по каждой сельскохозяйственной культуре составляется матрица корреляции, с помощью которой измеряется теснота линейной связи выбранного фактора с результативным признаком и с каждым из остальных факторов. Анализ матрицы показывает, что между некоторыми факторами присутствует мультиколлинеарность, что искажает величину коэффициентов регрессии и осложняет процесс определения наиболее существенных факторных признаков. Причины возникновения мультиколлинеарности можно объяснить тем, что факторные признаки характеризуют одну и ту же сторону сельского хозяйства.

В целях устранения мультиколлинеарности и выявления наиболее важных факторов воспользуемся методом исключения факторов. Таким образом, после построения уравнения регрессии с использованием всех факторов из модели исключаем фактор, коэффициент при котором незначим. После чего получаем новое уравнение регрессии и снова проводим оценку оставшихся коэффициентов [8].

Проверка значимости отдельных коэффициентов регрессии проводится по t-критерию Стьюдента путем проверки гипотезы о равенстве нулю каждого коэффициента. В результате получены уравнения множественной регрессии с заданной достоверностью, отраженные в табл. 8.

Высокое влияние на объемы производства рассмотренных сельскохозяйственных культур оказывает увеличение урожайности и посевной площади, присутствующие в качестве факторных переменных всех моделей. Кроме того, на повы-

Таблица 6

Парк основных видов техники в сельском хозяйстве на конец года, ед.

Вид с.-х. техники	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Тракторы	6560	5875	5222	4755	4074	3838	3460	3391	3096	2959	2885
Плуги	1877	1532	1296	1063	895	815	754	728	670	628	663
Культиваторы	3528	3265	2960	2639	2119	1950	1791	1669	1596	1461	1396
Сеялки	2711	2424	2091	1842	1551	1479	1389	1317	1189	1257	1103
Комбайны:											
зерноуборочные	2097	1851	1561	1319	1079	1023	893	885	801	718	670
картофелеуборочные	6	8	8	7	6	11	14	16	19	20	22
кормоуборочные	431	408	331	294	237	238	221	207	187	166	156
Свеклоуборочные машины	246	225	177	130	100	88	89	84	74	62	55

Таблица 7

Цены реализации продукции сельскохозяйственными организациями по годам, руб./т

С.-х. продукция	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Зерно	2169	2606	4163	4241	3066	3861	4867	6103	5367	6004	7931
Свекла сахарная	630	632	1010	1010	1770	2150	1440	1728	1693	2030	2535
Масличные культуры	4744	4505	9469	7000	7957	15208	7848	11144	10266	11335	18915
Картофель	4281	4832	5727	7276	6796	8835	9416	7993	8460	11595	10493

Таблица 8

Регрессионные модели по сельскохозяйственным культурам

Математическое выражение модели	Результирующая переменная	Объясняющие переменные
$Y = -904,2 + 2,15 \cdot 1 + 47,69 \cdot 2 + 0,04 \cdot 3$	y – валовой сбор зерновых культур	x1: посевная площадь, x2: урожайность, x3: количество тракторов
$Y = -1128,33 + 27,6 \cdot 1 + 4,14 \cdot 2$	y – валовой сбор свеклы сахарной	x1: посевная площадь, x2: урожайность
$Y = -105,08 + 1,65 \cdot 1 + 6,42 \cdot 2 + 0,005 \cdot 3 + 0,004 \cdot 4$	y – валовой сбор семян подсолнечника	x1: посевная площадь, x2: урожайность, x3: цена реализации продукции, x4: внесение минеральных удобрений
$Y = -26,14 + 11,4 \cdot 1 + 0,23 \cdot 2$	y – валовой сбор картофеля	x1: посевная площадь, x2: урожайность

шение уровня валового сбора зерновых культур незначительно влияет рост количества тракторов, задействованных в технологическом процессе.

Наибольшее количество факторов влияет на результативность производства семян подсолнечника. Это единственная культура на повышение валового сбора которой оказывает влияние внесение минеральных удобрений (в связи с высокой отзывчивостью подсолнечника на внесение азота, фосфора и калия) [6] и изменение цены реализации продукции (наибольший темп роста с 2013 г.).

Незначимость фактора внесения органических удобрений для остальных культур связана с крайне малыми объемами их использования вследствие сокращения поголовья крупного рогатого скота в регионе со 136,7 тыс. гол. в 2005 г. до 75,3 тыс. гол. в 2015 г.

Заключение. Таким образом, исследование показывает, что рост объемов сельского хозяйства Пензенской области связан, прежде всего, с использованием резервов экстенсивного роста. Для преодоления аграрного кризиса и повышения продовольственной обеспеченности следует использовать факторы интенсивного характера, в частности, ускорение модернизации материально-технической базы сельскохозяйственных организаций, активизацию использования современных технологий и удобрений для повышения плодородия почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батова В.Н. Проблемы ценообразования в предприятиях агропромышленного комплекса // Институциональные преобразования агропромышленного комплекса и управление экономическими системами: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2016. – С. 128–137.
2. Батова В.Н., Зингер О.А. Экономические инструменты обеспечения эффективного землепользования в экономике сельского хозяйства // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – Т. 2. – № 6(28). – С. 316–320.
3. Бондина Н.Н., Бондин И.А. Состояние и тенденции развития сельскохозяйственного производства в Пензенской области // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 2. – С. 82–87.
4. Бондина Н.Н., Бондин И.А., Шпагина И.Е. Оценка эффективности использования материально-техни-

ческих ресурсов сельскохозяйственных организаций Пензенской области // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 10. – С. 72–76.

5. Винничек Л.Б., Кафтулина Ю.А., Батова В.Н. Диагностика потенциала конкурентоспособности агропромышленного комплекса России (на примере Приволжского федерального округа) // Московский экономический журнал. – 2017. – № 1. – С. 14.

6. Винничек Л.Б., Погорелова Е.В. Развитие размещения и специализации масличных культур в регионе // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 6. – С. 78–83.

7. Киндаев А.Ю. Анализ региональной структуры посевных площадей и урожайностей зерновых культур (на материалах субъектов Приволжского федерального округа) // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 1(29). – С. 103–108.

8. Киндаев А.Ю. Выявление взаимосвязей при выращивании сельскохозяйственных культур с использованием математико-статистических методов // Территория инноваций. – 2016. – № 1. – С. 23–28.

9. Киндаев А.Ю., Павлов А.Ю., Мусеев А.В. Специализация размещения сельскохозяйственных культур в Пензенской области с учетом экономико-географического положения района. – Пенза, 2016. – 130 с.

10. Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства / А.И. Алтухов [и др.]; под общ. ред. Л.Б. Винничек, А.А. Галиуллина. – Пенза, 2017. – 236 с.

11. Развитие агропромышленного комплекса Пензенской области на 2014–2020 годы: государственная программа Пензенской области; Постановление от 18 сентября 2013 г. N 691-пП // СПС «Гарант».

Бондина Наталья Николаевна, д-р экон. наук, зав. кафедрой «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», Пензенский государственный аграрный университет. Россия.

Бондин Игорь Александрович, д-р экон. наук, проф. кафедры «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», Пензенский государственный аграрный университет. Россия.

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

Тел.: (8412) 628-359.

Павлов Александр Юрьевич, канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономика и управление», Пензенский государственный технологический университет. Россия.

440039, г. Пенза, проезд Байдукова, 1а/11.

Тел.: (8412) 49-54-41.

Ключевые слова: показатели растениеводства; факторный анализ; регрессионная модель; сельскохозяйственные организации.

ANALYSIS OF FACTORS OF INCREASING VOLUMES OF CROP PRODUCTION ON THE BASIS OF MATHEMATICAL MODELING

Bondina Natalya Nikolaevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the chair "Accounting, Analysis and Audit", Penza State Agrarian University, Russia.

Bondin Igor Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Accounting, Analysis and Audit", Penza State Agrarian University, Russia.

Pavlov Aleksandr Yurievich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the chair "Economics and Management", Penza State Agrarian University, Russia.

Keywords: indicators of crop production; factor analysis; regression model; agricultural organizations.

The article analyzes the indicators characterizing the dynamics of plant development in agricultural organizations of the Penza region from 2005 to 2015. Based on the construction of regression models, the main factors influencing the change in the volumes of gross harvest of grain crops, sugar beet, sunflower and potato are revealed. The conclusion is drawn on the extensive nature of crop production in the region and the need to modernize the material and technical base, as well as improve soil fertility through the application of fertilizers.

