

УДК 551.5:633.491:633.63(476)

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА КОЛЕБАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ И САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О. В. ДАВЫДЕНКО¹⁾, П. С. ЛОПУХ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Республика Беларусь

Рассмотрена динамика урожайности картофеля и сахарной свеклы, дана оценка современному состоянию и перспективам соответствующих отраслей растениеводства. Выявлено замедление роста урожайности картофеля, зафиксирована устойчивая положительная динамика урожайности сахарной свеклы на территории Республики Беларусь. Посредством построения линий трендов определены экономические тенденции в динамике урожайности: рост в 1970–80-х гг., снижение в конце XX в. и рост в начале XXI в. Обнаружена тенденция к повышению роли агротехники в формировании урожая сахарной свеклы, а также сохранение доли погодной составляющей дисперсии урожайности картофеля на уровне более 50 %. Установлено, что снижение зависимости урожайности от погодных условий сопровождается усилением территориальной дифференциации. Наименьший вклад погодных условий в дисперсию урожайности картофеля отмечен на западе и юге республики, наибольший – в Витебской области. Сделан вывод о том, что картофелеводство в сравнении с возделыванием сахарной свеклы больше нуждается в реализации мер, направленных на адаптацию к изменившимся климатическим условиям и совершенствование агротехники в целях сохранения лидирующих позиций Беларуси в данной отрасли растениеводства.

Ключевые слова: картофель; сахарная свекла; колебания урожайности; погодная составляющая дисперсии урожайности.

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON PRODUCTIVITY FLUCTUATIONS OF POTATOES AND SUGAR BEET IN REPUBLIC OF BELARUS

O. V. DAVYDENKO^a, P. S. LOPUCH^a

^aBelarusian State University, Nezavisimosti avenue, 4, 220030, Minsk, Republic of Belarus
Corresponding author: davol82@mail.ru

Dynamics of productivity of potato and sugar beet, a current state and prospects of the relevant branches of plant growing are considered. Delay of growth of productivity of potato and steady positive dynamics of productivity of sugar beet in the territory of Republic of Belarus are revealed. By means of creation of lines of trends economic tendencies are

Образец цитирования:

Давыденко О. В., Лопух П. С. Влияние погодных условий на колебания урожайности картофеля и сахарной свеклы в Республике Беларусь // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2017. № 1. С. 79–88.

For citation:

Davydenko O. V., Lopuch P. S. Influence of weather conditions on productivity fluctuations of potatoes and sugar beet in Republic of Belarus. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2017. No. 1. P. 79–88 (in Russ.).

Авторы:

Ольга Васильевна Давыденко – старший преподаватель кафедры общего земледения и гидрометеорологии географического факультета.

Петр Степанович Лопух – доктор географических наук, профессор; заведующий кафедрой общего земледения и гидрометеорологии географического факультета.

Authors:

Olga Davydenko, senior lecturer at the department of the general geography and hydrometeorology, faculty of geography. davol82@mail.ru

Piotr Lopuch, doctor of science (geography), full professor; head of the department of the general geography and hydrometeorology, faculty of geography. lopuch49@mail.ru

installed in the dynamics of productivity: growth in the 1970–80s years, decrease at the end of the XX century and growth at the beginning of the XXI century. A steady tendency of increase of a role of an agrotechnology in formation of a crop of sugar beet and reservation of a share of the weather making dispersion of productivity of potato at the level of more than 50 % are found. Decrease in dependence of productivity of potato on weather conditions is followed by strengthening of territorial differentiation of this dependence. Weather conditions make the smallest contribution to dispersion of productivity of potatoes in the west and south of the republic, the greatest – in Vitebsk region. It is established that potato growing, in comparison with cultivation of sugar beet, needs implementation of measures for adaptation to the changed climatic conditions and improvement of an agrotechnology for the reserve of the leading positions of Belarus in this branch of plant growing.

Key words: potato; sugar beet; productivity fluctuations; weather component of dispersion of productivity.

Урожайность сельскохозяйственных культур является результатом использования агроклиматических ресурсов. В структуре общей посевной площади в Беларуси в 2014 г. в хозяйствах всех категорий картофель занимал 5,3 % (около 310 тыс. га) [1], сахарная свекла – 1,8 % (105,8 тыс. га) [2]. Однако если сахарная свекла характеризуется стабильностью посевных площадей и преимущественно ростом урожайности, то ежегодное сокращение площади посадки картофеля в хозяйствах населения сопровождается стагнацией его продуктивности. Кроме того, в сельскохозяйственных организациях посевные площади сахарной свеклы уже вдвое превышают те, которые заняты картофелем.

Сахарная свекла активно возделывается лишь в трех областях Беларуси, а в последние годы ее посевы для технических целей появились и в Могилёвском регионе. В 2014 г. сахаристость корней в республике превысила базисную (16 %) и составила 16,7 %, урожайность корнеплодов, в сравнении с предыдущим годом, также возросла (табл. 1). Максимальная продуктивность отмечена в Гродненском районе (795 ц/га). В 148 свеклосеющих организациях (40 %) урожайность этой сельскохозяйственной культуры превысила 450 ц/га.

Таблица 1

Показатели продуктивности сахарной свеклы в хозяйствах всех категорий Беларуси за 2014 г. [2]

Table 1

Indicators of sugar beet productivity in all categories of farms in Belarus in 2014 [2]

Область	Валовой сбор, тыс. т	Урожайность, ц/га		Количество организаций с урожайностью выше 450 ц/га (% общего количества организаций)
		2014 г.	2014 г. в сравнении с 2013 г.	
Брестская	1004,1	454	+68	38 (37)
Гродненская	2088,3	536	+37	75 (61)
Минская	1546,9	413	+6	33 (31)
Могилёвская	166,3	317	–	2 (6)
Республика Беларусь	4805,6	463	+26	148 (40)

Вопреки сокращению посевных площадей картофеля Республика Беларусь остается одним из основных его производителей в мире (в 2013 г. наша страна оказалась на 11-м месте по валовому сбору) и занимает 1-е место по производству этой культуры на душу населения. В 2014 г. в хозяйствах всех категорий собрано 6279,7 тыс. т картофеля при средней урожайности 235 ц/га. Лидирующие позиции по валовому сбору заняла Минская область, а по урожайности – Могилёвская. При этом Могилёвская и Гродненская области, видимо, достигли предельно высоких урожаев на данном этапе экономического развития (продуктивность здесь незначительно снизилась). Несмотря на существенный прирост урожайности в Витебской области, лишь три организации этого региона смогли преодолеть отметку 300 ц/га, тогда как в других областях их насчитывалось более 10, а в Гродненской и Минской – свыше 30. Минская область впереди и по количеству организаций с низкой продуктивностью картофеля, однако их удельный вес в Витебской области наибольший (табл. 2) [1].

Показатели продуктивности картофеля в сельскохозяйственных организациях Беларуси за 2014 г. [1]

Table 2

Potato productivity indicators in the agricultural organizations of Belarus in 2014 [1]

Область	Валовой сбор, тыс. т	Урожайность, ц/га		Количество организаций с урожайностью	
		2014 г.	2014 г. в сравнении с 2013 г., ц/га	выше 300 ц/га	ниже 150 ц/га (% общего количества организаций)
Брестская	189,7	209	+16	13	37 (36)
Витебская	76,4	210	+46	3	40 (69)
Гомельская	162,4	234	+17	11	15 (14)
Гродненская	157,5	249	-7	37	14 (14)
Минская	269,9	244	+17	33	41 (25)
Могилёвская	146,8	263	-2	13	16 (28)
Республика Беларусь	1002,7	235	+14	110	163 (28)

Являясь пропашными культурами, картофель и сахарная свекла различаются требованиями (в том числе метеорологическими) к условиям выращивания, а непрерывная климатическая динамика подразумевает оперативную адаптацию сельского хозяйства. Такие экономические тенденции обусловили выбор данных сельскохозяйственных культур для исследования того, как погодные условия воздействуют на их урожайность.

Несмотря на определенные различия в посевных площадях и динамике продуктивности, картофель и сахарная свекла характеризуются в Беларуси меньшей урожайностью по сравнению со многими европейскими странами. Даже сопоставление показателей за 2014 г. выявило отличия в урожайности. Например, в Финляндии, расположенной севернее Беларуси, урожайность картофеля (273 ц/га) была несколько выше, а урожайность сахарной свеклы (457 ц/га) оказалась схожей с белорусской. В Италии, которая находится южнее нашей страны, урожайность картофеля оказалась близкой к белорусской и составила 261 ц/га, а урожайность сахарной свеклы (728 ц/га) значительно превысила таковую в Беларуси. Австрия, Бельгия, Венгрия, Германия, Дания, Великобритания, Франция, Швеция – государства, которые опережают нашу страну по урожайности данных сельскохозяйственных культур. На близком к белорусскому уровне продуктивность картофеля находится в Польше, при этом в Румынии она несколько ниже, чем в Беларуси. Урожайность сахарной свеклы в этих странах выше [3].

Естественно, обеспеченность территорий упомянутых стран климатическими и почвенными ресурсами различна. Однако следует учитывать, что важную роль в формировании урожая играет уровень агротехники: чем он выше, тем меньше потери от воздействия неблагоприятных внешних (в том числе погодных) условий. Сравнение степени продуктивности картофеля и сахарной свеклы свидетельствует не в пользу Беларуси и доказывает актуальность исследования, призванного выявить метеорологическую составляющую в колебаниях урожайности этих сельскохозяйственных культур.

Материалы и методика исследования

Оценить динамику урожайности картофеля удалось для всех административных районов Беларуси, а урожайность сахарной свеклы рассматривалась лишь по 20 районам, где данная культура выращивалась ежегодно в течение изучаемого периода. В исследовании использовались данные Национального статистического комитета Республики Беларусь по урожайности картофеля и сахарной свеклы в административных районах за 1970–1987 и 1989–2011 гг. (информация за 1988 г. отсутствует). Нижняя граница этого периода обусловлена собранными сведениями об урожайности, верхняя – данными на момент начала изучения проблемы. Учет последних лет может несколько повлиять на полученные результаты. Однако в настоящей работе ставилась цель проанализировать изменение вклада погодных условий в колебания урожайности картофеля и сахарной свеклы. Включенного в исследования 23-летнего периода потепления (1989–2011) вполне достаточно для получения обоснованных научных результатов.

Агрометеорологи выделяют в динамике урожая два основных компонента: первый прослеживается в общей тенденции меняющегося уровня хозяйственной урожайности (его следует считать трендом), второй – в межгодовых флуктуациях (вызванных внешними, в основном погодными, факторами) на фоне тренда. В ходе исследования вклад погодных условий в урожайность картофеля и сахарной свеклы оценивался согласно методике, детально описанной В. М. Пасовым в 1986 г. и актуальной в настоящее время. В соответствии с ней при наличии трендов в ходе урожайности можно определить вклад, который вносит изменчивость погоды в общую дисперсию урожайности. Для этого после выделения тренда и расчета ежегодных аномалий (отклонений) урожайности оценивается воздействие погодных условий на знак и величину аномалии путем расчета дисперсий. При расчете общей дисперсии (σ^2) используется урожайность конкретного года (y_i) и средняя многолетняя урожайность (\bar{y}), а агротехническая составляющая дисперсии (σ_a^2) определяется величинами трендовой (\hat{y}_i) и средней многолетней (\bar{y}) урожайности. Вклад изменчивости погоды в величину дисперсии урожайности (σ_m^2) рассчитывается как разность общей дисперсии и ее агротехнической составляющей. Расчеты выполняются по приведенным ниже формулам:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1},$$
$$\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{n - 1},$$
$$\sigma_m^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{n - 1},$$

где n – количество исследованных лет.

Долю агротехнической и погодной составляющих дисперсии урожайности находят путем деления соответствующих составляющих на общую дисперсию. В настоящей работе погодная составляющая дисперсии урожайности приводится в долях единицы.

Представление результатов исследований погодной составляющей дисперсии урожайности, вычисленной по отклонениям от трендов, зачастую вызывает вопросы о роли доз внесения минеральных удобрений, которые, изменяясь из года в год, могут приводить к колебаниям урожайности. Однако при выделении линий трендов учитывается развитие агротехники в целом, что наряду с внесением удобрений включает в себя и другие значимые факторы. Поэтому не всегда увеличение доз внесения минеральных удобрений сопровождается ростом урожайности. Так, в сельскохозяйственных организациях в период с 2010 по 2014 г. максимальные дозы минеральных удобрений, внесенные под картофель и сахарную свеклу, зафиксированы в 2011 г., тогда как максимальная урожайность получена в 2012 г., когда дозы были ниже. Дозы внесения минеральных и органических удобрений под сахарную свеклу в 2010 и 2012 гг. были очень близки по значениям, а средняя урожайность различалась на 90 ц/га. Более яркий пример представляют 2014 и 2015 гг. с различиями в объеме урожайности до 130 ц/га [3].

Выявлять направленную экономическую тенденцию посредством построения линии тренда И. В. Свиюк (1992) рекомендует по временным отрезкам небольшой продолжительности (10–15 лет). Эти рекомендации были учтены при построении трендов по значениям урожайности картофеля и сахарной свеклы. Период исследования был разделен на три временных промежутка (1970–1987, 1989–1999, 2000–2011), границы которых обосновываются ниже при описании полученных результатов.

Линии трендов выстраивались по методу наименьших квадратов с помощью табличного процессора *Excel*. Выбор вида полинома для трендов осуществлялся на основе коэффициента детерминации R^2 ; степень полинома повышалась, если это сопровождалось увеличением коэффициента на 0,1 и более. Во избежание перегруженности иллюстраций уравнения для построенных линий трендов на графиках не приводятся. Для сопоставимости значений урожайности картофеля и сахарной свеклы на графиках применен единый масштаб (рис. 1).

Для всех административных районов, областей и республики в целом по каждому из временных промежутков были построены линии трендов, отражающие ход урожайности картофеля, в виде полиномов третьей, второй и первой степени соответственно. Лишь три района на северо-востоке Могилёвской области (Мстиславский, Чаусский и Шкловский) имеют тренды урожайности картофеля с уравнениями

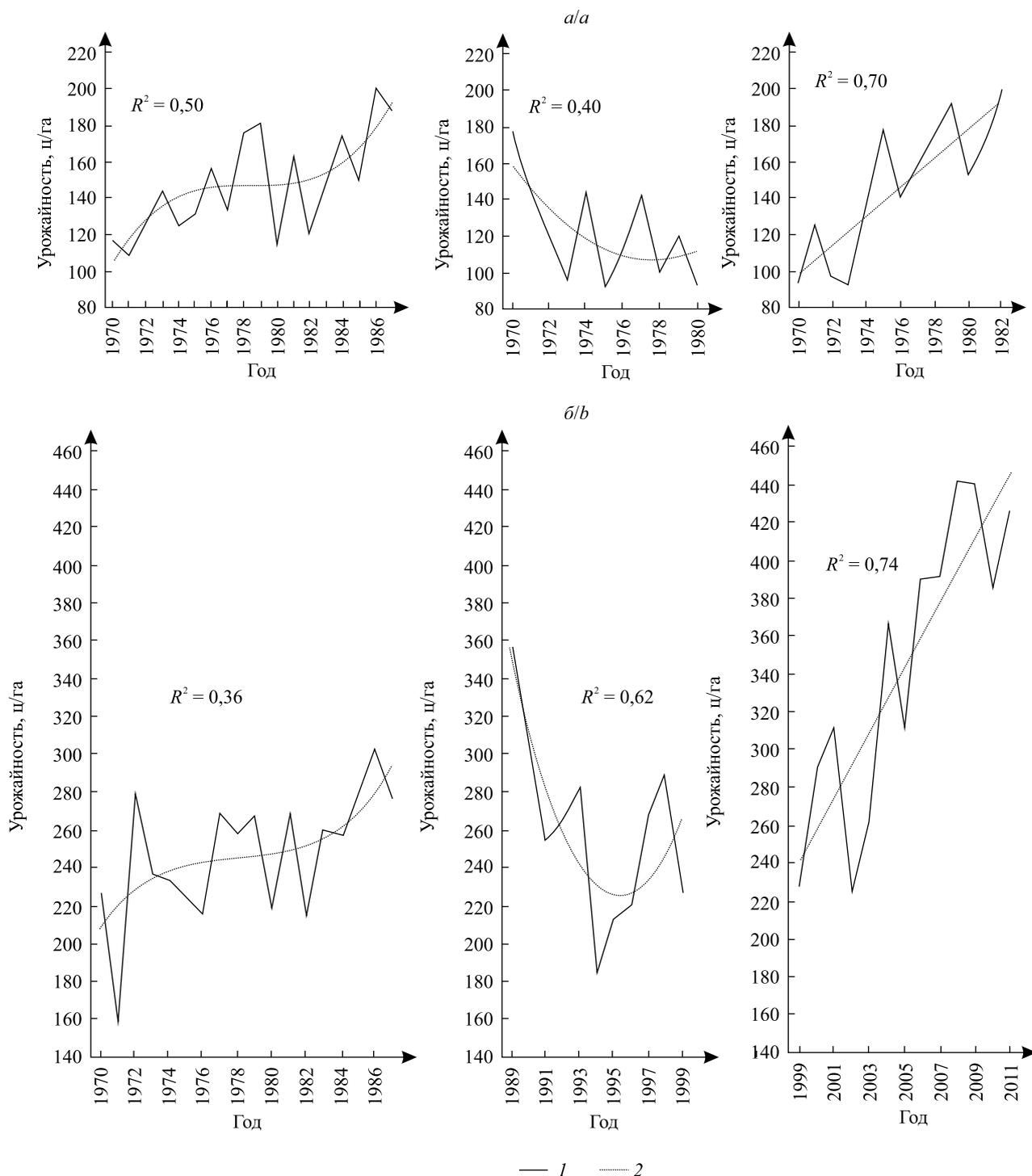


Рис. 1. Динамика урожайности картофеля в Республике Беларусь (а) и сахарной свеклы в среднем по исследуемым районам (б):
1 – статистические данные; 2 – тренд

Fig. 1. Dynamics of potato yields in the Republic of Belarus (a) and sugar beet on average in the studied districts (b):
1 – statistical data; 2 – trend

второй степени для третьего временного отрезка, что обусловлено скачком урожайности в последний год рассматриваемого периода. Следует указать, что 1999 г., который завершает второй временной отрезок, служил исходной точкой для построения тренда третьего временного промежутка. По причине отсутствия данных по урожайности за 1988 г. тренд для первого интервала заканчивается в 1987 г., а для второго начинается с 1989 г. Аналогичные операции были выполнены для урожайности сахарной свеклы, но при осреднении использовались данные лишь по 20 исследуемым районам (см. рис. 1).

Средняя урожайность картофеля была рассчитана для каждого из выделенных временных промежутков по всем административным районам, а для сахарной свеклы – по районам, где культура возделывалась ежегодно в период исследования.

После определения с помощью описанной выше методики погодной составляющей дисперсии урожайности для картофеля и сахарной свеклы была оценена территориальная и временная дифференциация данного показателя. С этой целью сравнивались величины погодной обусловленности урожайности по районам и областям, а также по выделенным временным отрезкам. Кроме того, были вычислены коэффициенты вариации погодной составляющей дисперсии урожайности по административным районам в пределах областей и республики в целом и коэффициенты вариации, отражающие межобластные различия (вычислены по среднеобластным значениям погодной составляющей дисперсии урожайности).

Результаты исследования

Как было сказано выше, учитывая экономические тенденции, а также принимая во внимание значения урожайности картофеля за отдельные годы, исследуемый период (1970–2011) был разделен на три указанных временных отрезка. Их границы совпадают с характерными точками на температурной кривой. С 1989 г. отмечается преобладание положительных отклонений средних годовых температур от принятой нормы (за период с 1961 по 2011 г.), а начиная с 1999 г. среднегодовая температура воздуха составляла 6,8–8,0 °С, превышая норму на 0,4–1,6 °С [4].

В настоящем исследовании первый из выделенных временных интервалов (1970–1987) соответствует периоду, предшествовавшему интенсификации изменений климата. На фоне общего роста урожайности картофеля заметно снизилась в 1980 и 1982 гг. Это можно связать как с недостаточно благоприятными погодными условиями, так и с отголосками мирового экономического кризиса 1980 г. Указанные годы нельзя считать реперами для выделения границ отрезков с различными экономическими тенденциями, поскольку эти понижения являлись локальными и в последующие годы урожайность возвращалась на уровень, близкий к предыдущему. На данном временном отрезке урожайность картофеля достигла максимальных показателей в конце 1980-х гг. (см. рис. 1). Схожая динамика отмечалась и для сахарной свеклы, но однозначной и четко выраженной тенденции в сторону роста в исследуемых районах не зафиксировано.

Период потепления, или активизации климатических изменений, который начался в 1989 г., для Республики Беларусь является неоднородным, если рассматривать его с экономических позиций. Данное обстоятельство предопределило разбиение указанного периода на два временных отрезка. Начало периода интенсификации климатических изменений связано с отрицательной динамикой урожайности, обусловленной кризисными явлениями в экономике. Во многих административных районах минимум урожайности пришелся на 1994 г., когда негативные экономические тенденции сопровождалась неблагоприятными погодными условиями (засухой) в период вегетации. Предпринятые в дальнейшем меры позволили стабилизировать ситуацию. После 1994 г. рост урожайности сахарной свеклы отмечался в большинстве свеклосеющих районов Брестской и Гродненской областей. В результате реализации плана по выходу из кризиса в 1995–2000 гг. спад уровня урожайности картофеля либо прекратился, либо его темпы заметно снизились. Для ряда районов Беларуси наименьшей урожайностью отличались 1999 или 2002 г., когда к недостаточно устойчивым экономическим условиям добавились негативные погодные воздействия (засуха). Именно 1999 г. стал верхней границей второго временного отрезка, в рамках которого урожайность стремительно падала с некоторым замедлением в конце десятилетия или переходом к росту (для сахарной свеклы).

Промежуток с 2000 по 2002 г. специалисты называют периодом стабилизации, а следующий за ним – периодом экономического роста. Указанные временные отрезки вошли в третий промежуток, для которого проводилось исследование динамики урожайности картофеля и сахарной свеклы. Данный показатель продуктивности в большинстве районов характеризуется устойчивым повышением.

Урожайность картофеля за соответствующие промежутки времени в среднем по республике составила 147; 122 и 152 ц/га соответственно. В 1970–1987 гг. ни в одном из административных районов она не превышала 200 ц/га, а районы с наибольшей урожайностью (свыше 150 ц/га) были сконцентрированы в Брестской и Гродненской областях. Минский регион лидировал по среднеобластной урожайности (162 ц/га), высокие позиции занимали Клецкий, Слуцкий и Любанский районы, где средняя урожайность превысила 190 ц/га. Минимальная продуктивность отмечалась на севере страны – в Витебской области (119 ц/га), при этом наименьшая – в Городокском районе (95 ц/га). Дрибинский район Могилёвской области, который был выделен лишь в 1989 г., на схеме указанного временного промежутка обозначен белым цветом (рис. 2).

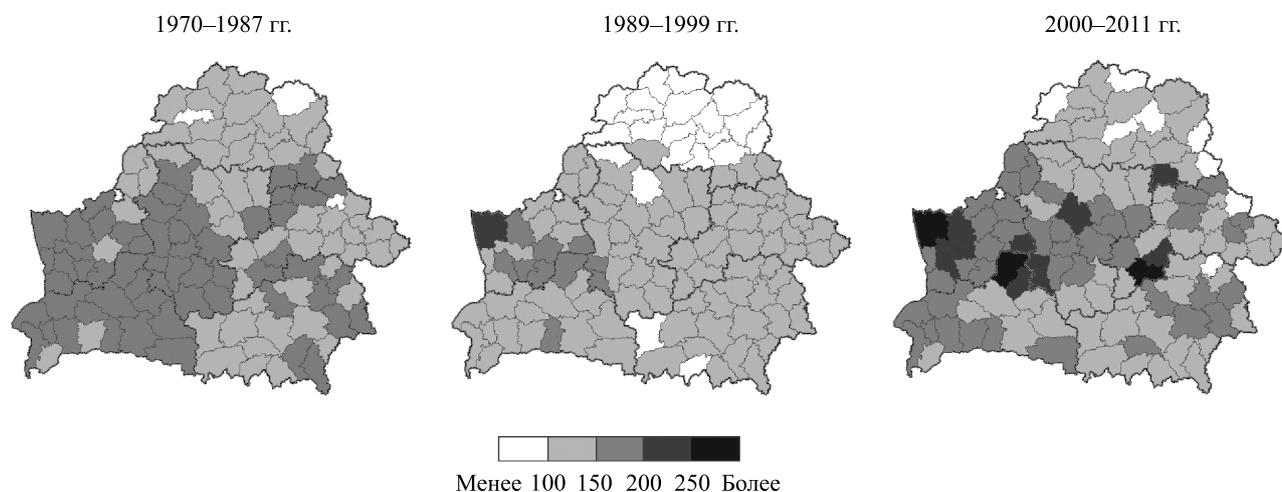


Рис. 2. Урожайность картофеля в административных районах Республики Беларусь, ц/га

Fig. 2. Potato yields in the administrative districts of the Republic of Belarus, q/ha

В 1989–1999 гг. при общем снижении урожайности картофеля по республике лидером стала Гродненская область, где спад (с 156 до 154 ц/га) был не столь резким, как в других регионах. В среднем по стране урожайность уменьшилась на 25 ц/га. Лидировал Гродненский район (210 ц/га). Средняя урожайность в Витебской области снизилась до 89 ц/га, а минимальное значение по-прежнему демонстрировал Городокский район (66 ц/га). Падение продуктивности в Минской области на 40 ц/га привело к тому, что урожайность стала здесь ниже, чем в Брестской и Могилёвской областях.

В 2000–2011 гг. Гродненская область продолжала лидировать по урожайности картофеля (197 ц/га). Другие же существенно отставали от нее: урожайность в Минской области составила 158 ц/га, Брестской – 156, Могилёвской – 154, Гомельской – 140, Витебской – 115 ц/га. Средняя урожайность для третьего временного интервала лишь в Гродненской и Могилёвской областях превысила показатели первого промежутка. Урожайность более 250 ц/га продемонстрировали Гродненский, Барановичский и Бобруйский районы.

Следовательно, при активизации климатической динамики урожайность картофеля претерпела серьезные изменения: снижение в первой части периода потепления сменилось ростом в XXI в., а интенсивный спад в районах с изначально низкими показателями урожайности картофеля был в меньшей степени компенсирован последующим ростом, чем в традиционно продуктивных районах. Это привело к усилению дифференциации районов Беларуси по урожайности картофеля (см. рис. 2).

Степень влияния агротехники на урожайность картофеля предварительно можно оценить исходя из R^2 для уравнений линий трендов. Возрастание коэффициента говорит о приближении урожайности к трендовой, т. е. ослаблении зависимости от погодных условий. Наибольшее значение R^2 для третьего временного отрезка при наименьшей степени полинома свидетельствует о повышении роли агротехнической составляющей в динамике урожайности. Точность построения линий трендов урожайности (величина коэффициентов детерминации) по областям страны различается, но в динамике R^2 прослеживается та же тенденция, что и для республики в целом.

Согласно расчетам метеорологические условия за весь исследуемый период определяли более половины дисперсии урожайности картофеля. Однако временные отрезки характеризуются различными величинами (рис. 3). В среднем по районам Беларуси доля изменчивости погодных условий в общей дисперсии урожайности во втором отрезке по отношению к первому возросла, а в третьем – снизилась (табл. 3). До активизации климатической динамики районы с наибольшим вкладом погодных условий в дисперсию урожайности концентрировались на севере республики. В Витебской области существенная доля урожая была обусловлена погодой. Меньше всего урожайность картофеля зависела от нее в южных регионах страны (Брестская и Гомельская области). Даже в Гродненской области более половины урожая определяли метеоусловия. В последующие годы воздействие погоды на урожайность картофеля в этом регионе уменьшилось, тогда как в других областях в конце XX в. роль климатических факторов в формировании урожая картофеля возросла, и лишь в начале XXI в. влияние погоды на урожайность картофеля ослабло. Это может быть связано как со стабилизацией климатических показателей, так и с эффективностью мер по адаптации к изменившимся погодным условиям. Однако в Витебской области они до сих пор определяют более двух третей дисперсии урожайности, хотя их вклад в формирование урожая картофеля заметно уменьшился.

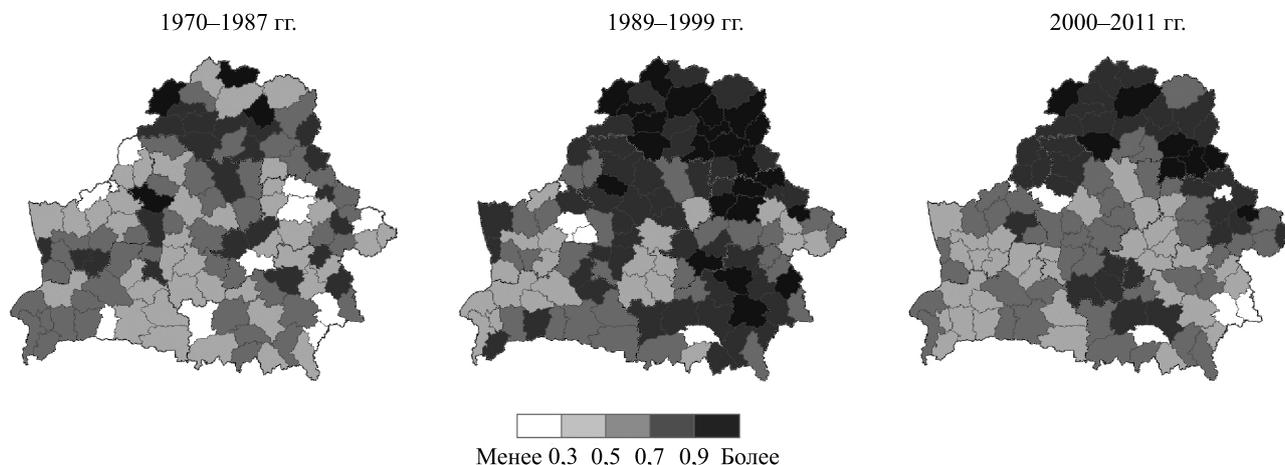


Рис. 3. Вклад изменчивости погоды в общую дисперсию урожайности картофеля
Fig. 3. Contribution weather variability in total dispersion potato yield

Таблица 3

Дифференциация вклада изменчивости погоды в общую дисперсию урожайности картофеля в Республике Беларусь в 1970–2011 гг.

Table 3

Differentiation of the contribution of weather variability in total dispersion of potato yield in Belarus in 1970–2011

Область	Вклад изменчивости погоды в величину дисперсии урожайности (σ_m^2)			Коэффициент вариации (C_v), %		
	Год					
	1970–1987	1989–1999	2000–2011	1970–1987	1989–1999	2000–2011
Брестская	0,49	0,57	0,51	18	27	24
Витебская	0,83	0,9	0,69	16	9	29
Гомельская	0,49	0,71	0,51	32	26	34
Гродненская	0,57	0,52	0,46	26	36	40
Минская	0,6	0,69	0,61	28	23	23
Могилёвская	0,64	0,7	0,51	29	29	40
Республика Беларусь:						
по районам	0,61	0,69	0,55	31	29	34
по областям	0,61	0,69	0,55	21	19	16

Территориальная дифференциация вклада погодных условий в колебания урожайности картофеля по коэффициенту вариации C_v позволяет выявить и другие особенности климатических воздействий (см. табл. 3). Так, в конце XX в. в Витебской области отмечалось снижение C_v при росте абсолютного значения вклада погодных условий в общую дисперсию урожайности, т. е. межрайонные различия постепенно сглаживались. В то же время в Гродненской области при уменьшении влияния погоды на урожайность C_v возрастает, а значит, увеличиваются различия между районами в уровне агротехники.

Изменение C_v в целом для районов Республики Беларусь также свидетельствует об усилении дифференциации по степени зависимости от погодных условий в начале XXI в., хотя в кризисный период (1989–1999) межрайонные различия были наименьшими.

Межобластные различия, оцениваемые по C_v средних для каждой области погодных составляющих колебаний урожайности, постепенно уменьшаются от первого временного интервала к последующим. Наибольшее значение C_v в первом промежутке определялось ощутимым по сравнению с другими областями вкладом метеоусловий в колебания урожайности на территории Витебской области (0,83). Последовавшие изменения климатических показателей и преобразования в экономической сфере привели к росту зависимости урожайности от погоды на 0,08 (прирост составил 13 %). Наибольший относительный

прирост был отмечен в Гомельской области (44 %), наименьший – в Гродненской, где зависимость урожайности от погодных условий снизилась на 0,05 (или 9 % относительно первого промежутка). При этом в Витебской области, где обусловленность урожайности погодными условиями и в прежние годы была очень высокой, относительный прирост составил лишь 8 %.

Таким образом, дифференциация районов внутри каждой области растёт, тогда как различия между областями сглаживаются.

Анализ урожайности сахарной свеклы проводился по аналогии с анализом урожайности картофеля: использовались те же временные промежутки и полиномы тех же порядков для линий трендов (см. рис. 1).

Динамика урожайности сахарной свеклы и картофеля имеет сходные черты. Однако в последнее десятилетие XX в. продуктивность сахарной свеклы, преодолев снижение, возобновила рост быстрее, чем урожайность картофеля. Это можно объяснить как введением в севооборот новых сортов и гибридов, так и ростом термических ресурсов на территории Беларуси. Причем если в среднем по исследуемым районам урожайность сахарной свеклы в первом временном промежутке была чуть ниже 250 ц/га, то во втором превысила 260 ц/га. В начале XXI в. максимальная урожайность корнеплодов преодолела значение 600 ц/га, а по рассматриваемым районам составила в среднем около 350 ц/га. Лидером по урожайности сахарной свеклы на протяжении всего периода исследований остается Гродненская область.

Величина вклада погодных условий в дисперсию урожайности сахарной свеклы сопоставима с таковой для картофеля, однако при этом отмечается тенденция к снижению доли метеосоставляющей дисперсии урожайности в каждом последующем временном промежутке (табл. 4). В среднем по 20 исследуемым районам дисперсия урожайности сахарной свеклы в выделенных временных отрезках на 0,69; 0,54 и 0,43 определялась погодными условиями. Более детальный анализ выявил, что в Брестской области в первое десятилетие активизации климатических изменений (1989–1999) зависимость урожайности сахарной свеклы от погодных условий несколько снизилась. Возможно, это связано с приближением условий в регионе к оптимальным для названной культуры. Однако в последующие годы здесь отмечено новое повышение показателя, что говорит о необходимости применения адаптационных мер к изменившейся погоде. В административных районах Гродненской области в основном наблюдается направленное снижение зависимости урожайности сахарной свеклы от метеоусловий, а в районах Минской области – падение, следующее за ростом.

Таблица 4

Вклад изменчивости погоды в общую дисперсию урожайности сахарной свеклы

Table 4

Contribution weather variability in total dispersion sugar beet yield

Область	Район	Год		
		1970–1987	1989–1999	2000–2011
Брестская	Берёзовский	0,47	0,35	0,41
	Брестский	0,67	0,21	0,48
	Жабинковский	0,84	0,34	0,89
	Ивановский	0,74	0,48	0,76
	Каменецкий	0,89	0,41	0,58
	Кобринский	0,86	0,42	0,66
	Пинский	0,71	0,13	0,55
Среднее значение по Брестской области		0,74	0,33	0,62
Гродненская	Берестовицкий	0,84	0,65	0,48
	Волковысский	0,64	0,53	0,66
	Гродненский	0,65	0,56	0,23
	Зельвенский	0,85	0,57	0,39
	Мостовский	0,61	0,54	0,39
	Щучинский	0,51	0,32	0,33

Область	Район	Год		
		1970–1987	1989–1999	2000–2011
Среднее значение по Гродненской области		0,68	0,53	0,41
Минская	Клецкий	0,47	0,82	0,29
	Копыльский	0,55	0,78	0,40
	Несвижский	0,45	0,82	0,15
	Слуцкий	0,77	0,79	0,19
	Солигорский	0,42	0,75	0,32
	Столбцовский	0,84	0,80	0,29
	Узденский	0,93	0,57	0,20
Среднее значение по Минской области		0,63	0,76	0,26
Среднее значение по районам выращивания сахарной свеклы		0,69	0,54	0,43

Таким образом, совпадение порядка уравниваний линий трендов для урожайности картофеля и сахарной свеклы подтверждает единые экономические тенденции. При этом восстановление и рост величины урожайности для сахарной свеклы в XXI в. происходят более активно, чем для картофеля, урожайность которого в исследуемый период лишь в 2011 г. вернулась на докризисный уровень. Изменчивость погоды вносит сопоставимый вклад в дисперсию урожайности обеих культур. Однако если доля погодной составляющей в дисперсии урожайности сахарной свеклы в среднем по рассматриваемым районам снижалась постоянно, то для картофеля во втором временном промежутке она выросла в сравнении с первым и лишь в XXI в. отмечено ее уменьшение до минимума в пределах исследуемого интервала.

Следовательно, погодные условия в настоящее время больше благоприятствуют выращиванию сахарной свеклы. В то же время именно картофелеводство нуждается в реализации мер по адаптации к изменившимся климатическим условиям, а также в совершенствовании агротехники в целях сохранения лидирующих позиций Беларуси в данной отрасли растениеводства, экспорт продукции которой резко (почти в пять раз) увеличился в 2013 г. за счет роста поставок в Российскую Федерацию.

Обоснование мер по адаптации сельскохозяйственных культур и определение вклада метеорологических показателей и отдельных явлений в дисперсию урожайности представляют собой предмет исследования, который требует дальнейшей разработки.

Библиографические ссылки

1. Картофель // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: <http://mshp.minsk.by/agriculture/crop/potato/> (дата обращения: 10.11.2015).
2. Сахарная свекла // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: <http://mshp.minsk.by/agriculture/crop/sugarbeet/> (дата обращения: 10.11.2015).
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. сб. Минск, 2016.
4. Давыденко О. В. Динамика средних годовых температур воздуха и их внутригодовых вариаций на территории Беларуси // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. 2014. № 2. С. 89–95.

References

1. Potato. *Ministry of Agriculture and food of the Republic of Belarus* [Electronic resource]. URL: <http://mshp.minsk.by/agriculture/crop/potato/> (date of access: 10.11.2015) (in Russ.).
2. Sugar beet. *Ministry of Agriculture and food of the Republic of Belarus* [Electronic resource]. URL: <http://mshp.minsk.by/agriculture/crop/sugarbeet/> (date of access: 10.11.2015) (in Russ.).
3. Sel'skoe khozyaistvo Respubliki Belarus' : stat. sb. [Agriculture of the Republic of Belarus : stat. compend.]. Minsk, 2016 (in Russ.).
4. Davydenko O. V. Dynamics of the average annual air temperatures and their variations interannuales in Belarus. *Vestnik BGU. Ser. 2, Khim. Biol. Geogr.* 2014. No. 2. P. 89–95 (in Russ.).

Статья поступила в редакцию 18.11.2016.
Received by editorial board 18.11.2016.