

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ развития производства рапсового масла в РОССИИ

Рапсовое масло и рапсовый шрот пользуются большим спросом на мировом рынке. Поэтому для увеличения валютной выручки от экспорта этой продукции в России необходимы дополнительные инвестиции и поддержка со стороны федеральных органов.

Введение

Как показывает мировая практика, важная роль в решении проблемы обеспечения населения растительным маслом и животноводства кормовым белком принадлежит рапсу.

Масло из рапса содержит много витамина Е и А — природных антиоксидантов, защищающих клетки от повреждения кислородными радикалами. Масло рапса также положительно отражается на обмене веществ, оно предотвращает образование тромбов в сосудах. Однако широкое распространение рапса в России началось с 2000 года.

В настоящее время рапс в России является третьей культурой в рейтинге посевных площадей среди масличных культур. По сравнению с другими масличными культурами, рапс имеет долю 8% от всех посевов масличных культур в Российской Федерации, что примерно в 7,5 раза меньше, чем у подсолнечника, но вдвое больше, чем у масличного льна.

Если рассматривать посевные площади рапса в целом, то на протяжении последних 7 лет наблюдается положительная динамика и увеличение объемов посевных площадей в 4,3 раза. Это объясняется тем, что рапсовое масло и рапсовый шрот пользуются большим спросом на мировом рынке.

Рапсовое масло можно отнести к одному из самых распространенных на общемировом уровне, его производство составляет примерно 15% от общего объема производства растительных масел в мире.

Рапсовое масло в натуральном виде используют в пищу, из него вырабатывают майонез и маргарин. По своим свойствам оно долго не портится и не становится прогорклым. Оптимальное соотношение физиологически важных кислот ставит рапсовое масло на первое место по пользе по сравнению с другими растительными маслами.

Возможно использование рапсового масла не только как пищевого продукта, но и в качестве сырья для ряда технических продуктов.

Рапсовое масло имеет в составе незаменимые аминокислоты, которые не синтезируются в организме человека — линолевая и линоленовая.

Рапс является растением, которое практически безотходно. Рапсовый жмых содержит 32% белка и 9% жира, поэтому из него производят ценные

концентрированные корма для скота. Рапсовый шрот применяется в процессе приготовления высококалорийных комбикормов. В последние годы появляется все больше проектов в рамках, которых рапсовое масло является важной составляющей биотоплива.

Рапс также является важным медоносом, продуктивность которого с одного гектара посевов данного растения может достигать 45—50 килограмм.

Рапсовое масло и шрот в последние годы пользуются большим спросом на мировом рынке, в то время как у нас в стране рапсовое масло имеет ограниченное использование. В результате производство рапсового масла в России является экспортноориентированным. Так, отношение экспорта к производству рапсового масла в стране составило в 2010 г. — 54%, в 2014 г. — 99% и в 2017 г. — 86 процентов.

Рассмотрим материальные потоки сырья, готовой продукции и побочных продуктов в производстве рапсового масла (рис. 1 на стр. 18). Ядром является производство семян рапса. За последние годы валовые сборы рапса значительно возросли.

Основной объем валовых сборов рапса направляется на переработку. Причем следует отметить, что если на первоначальном этапе предусматривалось строительство специализированных предприятий, то в настоящее время маслоэкстракционные заводы перерабатывают семена и подсолнечника и рапса, а также бобы сои. Это позволяет более рационально использовать производственные мощности масложировой промышленности.

Рапсовое масло частично направляется на промышленную переработку для выработки, например, майонеза или маргарина. В розничную торговлю поступает малая часть выработанного рапсового масла. Это объясняется тем, что население отдает свое предпочтение преимущественно подсолнечному маслу.

По оценке специалистов внутреннее потребление рапсового масла составляет 90—110 тыс. т [4].

Основной объем рапсового масла направляется на экспорт. Так, если в 2005 г. на экспорт рапсового масла было направлено 5,7 тыс. т, то в 2017 г. — 295,9 тыс. т. Большая часть этого рапсового масла идет на биотопливо.



Рис. 1. Схема материальных потоков в производстве рапсового масла

В последние годы увеличились поставки на экспорт шротов и жмыхов. Причем эта продукция пользуется большим спросом на мировом рынке. Однако, по мере восстановления отечественного животноводства, объемы экспорта шротов и жмыхов могут претерпеть существенные изменения.

Наряду с экспортом рапсового масла, шротов и жмыхов из России осуществляется поставка на экспорт семян рапса. Так, в 2017 г. было вывезено 191,4 тыс. т семян рапса против 64,3 тыс. т в 2010 году. В то же время производственные мощности предприятий по переработке масличных культур не загружены полностью. Так, в 2015 г. они использовались на 62%. Сопоставление экспорта рапсового масла и семян рапса показывает, что более эффективно осуществлять переработку семян на отечественных предприятиях и вывозить затем готовую продукцию [1]. Рассмотрим более детально производственные связи в данном сегменте рынка.

Производство и переработка рапса

Широкое распространение возделывания рапса в стране сдерживается из-за отсутствия специализированной техники [2]. Особое место в возделывании рапса занимает механизация технологических процессов. Специальных машин для возделывания, уборки и послеуборочной доработки рапса на семена в стране не выпускается. Используемая отечественная техника, выпускаемая для производства, сушки и послеуборочной обработки зерна не совсем пригодна для рапса, так как допускает до 50% потерь маслосемян. Приобретение же специальных качественных, но дорогих, импортных машин — сеялок, жаток, комбайнов, очистительной и сушильной техники рядовыми предприятиями затруднительно и не представляется возможным. Эту проблему без реальной помощи государства сами предприятия решить не смогут.

Природно-климатические условия России позволяют возделывать рапс практически во всех зонах. Основные посевные площади в нашей стране приходится на яровой рапс. Так, если в 2017 г. общая

посевная площадь составила 1 005,2 тыс. га, то под озимым рапсом было всего лишь 154,1 тыс. га. Однако по регионам его доля существенно колеблется. Например, если в Орловской области всего под рапсом было занято 24,6 тыс. га, то под озимым — 0,9 тыс. га, в Рязанской области возделывался только яровой рапс, в Тульской области всего под рапсом было занято в 2017 г. 70,8 тыс. га, в том числе под озимым — 1,1 тыс. га. В то же время в Краснодарском крае общая площадь под рапсом составила 18,5 тыс. га, в том числе под озимым — 17,9 тыс. гектар.

В силу различий в условиях сельскохозяйственного производства по регионам страны размещение производства рапса неравномерно. Так, в 2000 г. посевные площади под рапсом были сконцентрированы в Ставропольском крае, в Республике Татарстан, в Тюменской области, в Омской области, в Смоленской области, в Тверской области, в Вологодской области, в Псковской области и в Новосибирской области. Удельный вес этих регионов в 2000 г. составил 72% от общей площади по стране.

В настоящее время произошли существенные сдвиги в размещении посевов рапса в стране. В 2017 г. основными регионами производства рапса стали Липецкая область, Рязанская область, Тульская область, Калининградская область, Ставропольский край, Республика Татарстан, Тюменская область, Алтайский край, Красноярский край, Кемеровская область, Новосибирская область и Омская область. Общая доля этих регионов в 2017 г. составила 63%. В результате сдвигов в размещении посевов снизился удельный вес Республики Татарстан с 26% в 2000 г. до 8% в 2017 г., в то время как удельный вес Тульской области за анализируемый период увеличился с 0,5% до 7,0% соответственно.

С агротехнической точки зрения рапс является хорошим предшественником: рано освобождает поле, улучшает структуру и плодородие почвы, уменьшает засоренность полей. Возделывание зерновых культур после рапса гарантирует получение прибавки урожая зерна в среднем на 5 ц/га без дополнительных

затрат, повышая продуктивность севооборота и эффективность растениеводства в целом.

Динамическое расширение посевных площадей рапса, а также стремительный рост производства рапсового масла стали возможны потому, что были созданы высокоурожайные сорта ярового и озимого рапса, не содержащие в масле эруковой кислоты, а в шроте обнаруживается незначительный процент глюкозинолатов. Рапс стал источником увеличения производства ценного пищевого продукта для человека и питательного корма для животных.

Урожайность рапса за последние годы возросла. Так, если в 2000 г. урожайность озимого рапса составила 13,6 ц с 1 га убранный площади, то в 2014 г. она увеличилась до 17,6 ц/га, рапса ярового — с 6,8 до 12,5 ц/га соответственно. Однако урожайность рапса резко колебалась по годам. Так, урожайность ярового рапса в 2010 г. составила 6,8 ц/га, в 2011 г. — 11,3 ц/га, в 2012 г. — 9,9 ц/га.

В России селекцией и производством элиты и суперэлиты семян рапса занимаются в основном научно-исследовательские институты: ВНИИ рапса (Липецк), ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта (Краснодар), ВНИИ кормов им. М. В. Вильямса (Московская область), Ленинградский НИИСХ («Белогорка»), СибНИИК (Новосибирск). Отдельные селекционные станции есть также в Сибири (СибОС ВНИИМК) и в Ставропольском крае.

В настоящее время улучшилось обеспечение хозяйств отечественными семенами. Однако сортовой потенциал России зачастую используется неэффективно. У ярового рапса импортных семян порядка 30%, у озимого рапса — около 50%. Большие агрохолдинги могут позволить себе купить импортные семена, современные технологии, но все это недоступно мелким хозяйствам, поэтому разница в урожайности может быть до 2 тонн с гектара. Но стоимость импортных семян превосходит стоимость отечественных семян в три, а иногда в четыре раза, при этом свою эффективность они проявляют только на высоких агрофонах, где они способны реализовать свой генетический потенциал.

В последние годы в стране отмечались колебания в размерах посевных площадей рапса. Однако в годы незначительного снижения посевных площадей рапса ситуация выравнивалась увеличением его урожайности. Поэтому основной вопрос заключается не в количестве посевных площадей, а в достаточной для покрытия потребностей рынка рапса урожайности, которая должна быть в России не менее 15 ц/га. Однако такой она бывает только в отдельные годы. Низкая урожайность свидетельствует о слабой материально-технической оснащенности хозяйств и необходимости внедрения новых гибридных сортов, позволяющих повысить урожайность рапса [3].

Урожайность озимого рапса выше, чем ярового, и потому он более привлекателен для возделывания у отечественных товаропроизводителей. Однако у озимого рапса есть существенный недостаток — риск перезимовки. Этот риск минимален в регионах с благоприятными климатическими условиями

(Калининградская область, Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область). В регионах же с более континентальным климатом и, соответственно, с более жесткими условиями перезимовки (Воронежская, Липецкая, Белгородская, Кемеровская области) предпочтительнее выращивание ярового рапса.

Агротехнологической ошибкой многих товаропроизводителей является то, что из-за надежды на удачную перезимовку хозяйства часто не инвестируют в культуру осенью, что как раз становится причиной низкой степени перезимовки или недополучения урожайности. Следует учитывать, что генеративные органы растения начинают формироваться осенью, поэтому урожайность во многом зависит от того, в каком состоянии они прекратят вегетацию. Экономия на ресурсах осенью невозможно будет компенсировать весной. Риск перезимовки для озимого рапса также связан с несоблюдением сроков сева, ведь при задержке получения всходов растение слабо развивается и не может перезимовать.

Учеными ВНИИПТИ рапса и ВНИИК разработаны современные ресурсосберегающие технологии возделывания рапса. Однако они требуют адаптации к конкретным региональным условиям, корректировки с учетом современных технических возможностей и самое главное нужны комплексные меры по их распространению и внедрению.

В целом по России нет устойчивой тенденции роста урожайности рапса, несмотря на то, что в последние годы выращивается довольно большое количество гибридов ярового и озимого рапса зарубежной селекции с продуктивностью, превышающей 30 ц/га. И причина такого положения дел одна — большинство производителей рапса не уделяют должного внимания качеству подготовки почвы и семенного материала, особенностям сева, уходу за посевами, подготовке и проведению уборки.

В связи с этим представляется целесообразным осуществить группировку регионов страны в зависимости от урожайности рапса. Для применения кластерного анализа урожайности рапса нами рассмотрена информация за 2012—2017 гг., которая сведена в таблицу 1 (стр. 20—21).

В табл. 1 представлены только те регионы, в которых рапс возделывался все расчетные годы, то есть все без исключения ячейки данной таблицы заполнены ненулевыми значениями.

Статистический анализ данных представлен в нижней части таблицы. Как видно и минимальные и максимальные величины, а также и средние значения урожайности имеют тенденцию к росту. Стандартное отклонение также немного выросло за эти годы. Однако, основной показатель вариабельности ряда — коэффициент вариации — практически не меняется и колеблется в диапазоне от 0,38 до 0,48, что говорит о достаточно низкой вариабельности урожайности рапса в стране. Хотя общепризнанная качественная граница (равная 0,3), начиная с которой можно говорить о низкой вариабельности, еще не достигнута.

Таблица 1

УРОЖАЙНОСТЬ РАПСА ПО РЕГИОНАМ
(ц/га)

Регионы	Годы						Средняя урожайность
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Алтайский край	7,2	9,2	8,6	6,8	10,2	15,7	9,6
Брянская область	13,5	19,0	15,7	13,5	13,8	22,3	16,3
Владимирская область	14,2	15,7	12,0	20,6	15,5	17,6	15,9
Воронежская область	9,5	11,6	17,3	13,2	14,6	21,0	14,5
Забайкальский край	4,8	6,9	6,7	9,6	9,5	12,6	8,4
Ивановская область	3,8	2,2	20,1	15,2	10,9	15,6	11,3
Иркутская область	12,6	13,4	13,5	11,5	12,3	14,5	13,0
Кабардино-Балкарская Республика	15,4	13,3	9,8	14,4	18,8	14,8	14,4
Калининградская область	24,3	24,9	30,0	37,7	20,2	30,6	28,0
Калужская область	9,7	6,2	8,5	13,2	9,3	11,4	9,7
Кемеровская область	7,1	8,8	8,2	8,1	12,2	18,3	10,5
Кировская область	10,0	5,7	12,2	11,1	9,1	10,2	9,7
Краснодарский край	14,5	23,4	21,5	24,4	22,0	28,3	22,4
Красноярский край	10,0	10,0	8,1	11,0	11,8	16,4	11,2
Курганская область	8,6	11,0	10,4	11,0	14,1	16,8	12,0
Курская область	13,7	12,8	19,2	18,6	22,5	32,9	20,0
Ленинградская область	8,8	11,8	24,0	21,0	14,6	30,8	18,5
Липецкая область	15,6	12,5	18,6	18,3	14,7	19,5	16,5
Московская область	13,6	13,5	11,9	12,8	11,0	14,8	12,9
Нижегородская область	10,1	8,4	7,7	7,8	7,9	10,7	8,8
Новосибирская область	6,0	9,5	7,0	8,0	11,8	16,8	9,9
Омская область	3,6	12,5	10,8	7,6	11,5	13,8	10,0
Оренбургская область	3,8	2,1	4,0	2,4	2,8	8,3	3,9
Орловская область	14,9	14,1	20,2	16,4	18,5	21,9	17,7
Пензенская область	10,6	14,5	13,8	9,2	9,1	18,9	12,7
Пермский край	5,1	6,6	13,2	8,5	7,2	11,5	8,7
Псковская область	7,4	15,2	18,3	29,6	16,1	27,2	19,0
Республика Адыгея	9,3	15,5	12,9	20,7	23,8	39,6	20,3
Республика Башкортостан	3,8	9,0	6,5	9,2	7,0	10,3	7,6
Республика Марий Эл	5,7	4,0	6,5	6,3	3,5	9,0	5,8
Республика Мордовия	12,2	16,9	14,7	10,5	12,7	16,0	13,8
Республика Северная Осетия — Алания	10,5	10,7	8,3	8,6	11,9	13,2	10,5
Республика Татарстан	9,6	10,7	11,9	11,0	6,8	14,0	10,7
Ростовская область	13,9	13,0	17,3	19,6	29,3	22,0	19,2
Рязанская область	12,8	11,4	16,4	14,9	12,1	18,4	14,3
Свердловская область	5,5	13,7	16,3	13,3	11,8	17,9	13,1
Смоленская область	9,5	9,9	9,6	10,9	9,6	10,9	10,1
Ставропольский край	9,5	14,5	15,3	13,4	18,7	20,1	15,3
Тамбовская область	13,0	14,2	16,8	13,7	14,8	27,6	16,7
Томская область	11,5	9,1	11,7	11,8	14,6	18,9	12,9
Тульская область	14,2	14,3	15,8	14,7	14,8	17,6	15,2
Тюменская область	8,2	11,2	14,9	9,7	12,9	17,6	12,4

Таблица 1 (окончание)

УРОЖАЙНОСТЬ РАПСА ПО РЕГИОНАМ
(ц/га)

Регионы	Годы						Средняя урожайность
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Удмуртская Республика	9,9	5,6	13,1	8,7	7,4	15,9	10,1
Ульяновская область	7,2	11,7	14,5	10,2	7,2	14,8	10,9
Челябинская область	3,4	9,1	9,9	7,3	8,0	13,6	8,6
Чеченская республика	12,9	11,9	8,5	10,8	13,5	12,7	11,7
Минимум	3,40	2,10	4,00	2,40	2,80	8,30	-
Максимум	24,30	24,90	30,00	37,70	29,30	39,60	-
Среднее	10,02	11,55	13,31	13,19	12,88	17,90	-
стандартное отклонение	4,17	4,57	5,23	6,34	5,27	6,74	-
коэффициент вариации	0,42	0,40	0,39	0,48	0,41	0,38	-

Источник: Росстат и расчеты авторов

Наибольшая средняя урожайность для анализируемых лет — от 28,0 до 20,0 ц/га — достигнута следующими регионами: Калининградской областью (28,0 ц/га), Краснодарским краем (22,4 ц/га), Республикой Адыгея (20,3 ц/га) и Курской областью (20,0 ц/га). Немного отстали Ростовская область (19,2 ц/га) и Псковская область (19,0 ц/га).

Среди отстающих по урожайности регионов можно назвать Оренбургскую область (3,9 ц/га), Республику Марий Эл (5,8 ц/га) и Республику Башкортостан (7,6 ц/га).

В целом заметен значительный рост урожайности (как в среднем, так и для большинства регионов) в последний — 2017 год наблюдения.

Для последующего анализа динамики урожайности рапса за 2010–2017 гг. применим методы кластерного анализа.

Для определения количества кластеров, на которые будут разбиты представленные выше 46 регионов была проведена оценка классического индекса Дэвиса-Боулдина (D.L. Davies and D.W. Bouldin, [5]). Результаты вычисления этого индекса для различного количества кластеров (от 2 до 7) представлены ниже на рис. 2.

Как видно, индекс практически стабилизируется в районе 5, так что в качестве оптимального количества кластеров было взято значение равное 5.

Результаты разбиения регионов на кластеры по динамике урожайности в соответствии с алгоритмом кластеризации k-медоид (k-medoids) по методике, предложенной в [6] и интерпретация полученных результатов приведена ниже. Заметим, что на рисунках 3–6 значения региональных урожайностей нормированы.

DBindex

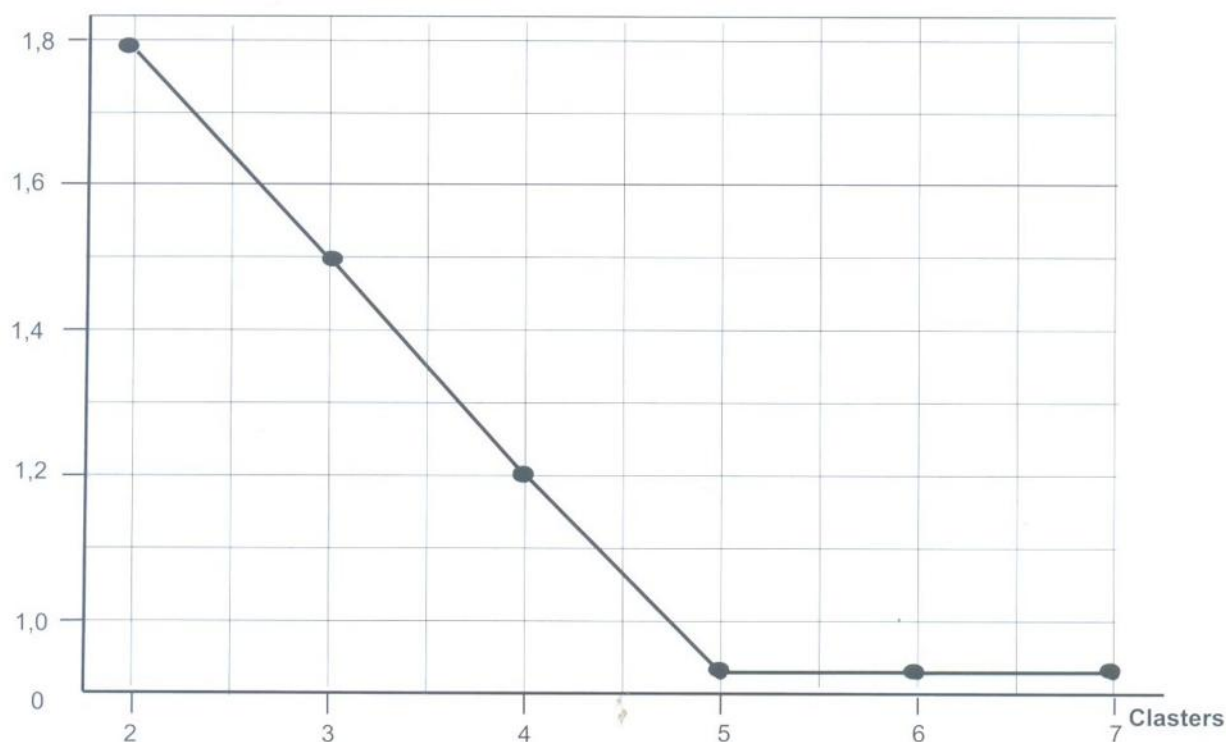


Рис. 2. Оценки индекса Дэвиса-Боулдина для количества кластеров от 2 до 7.

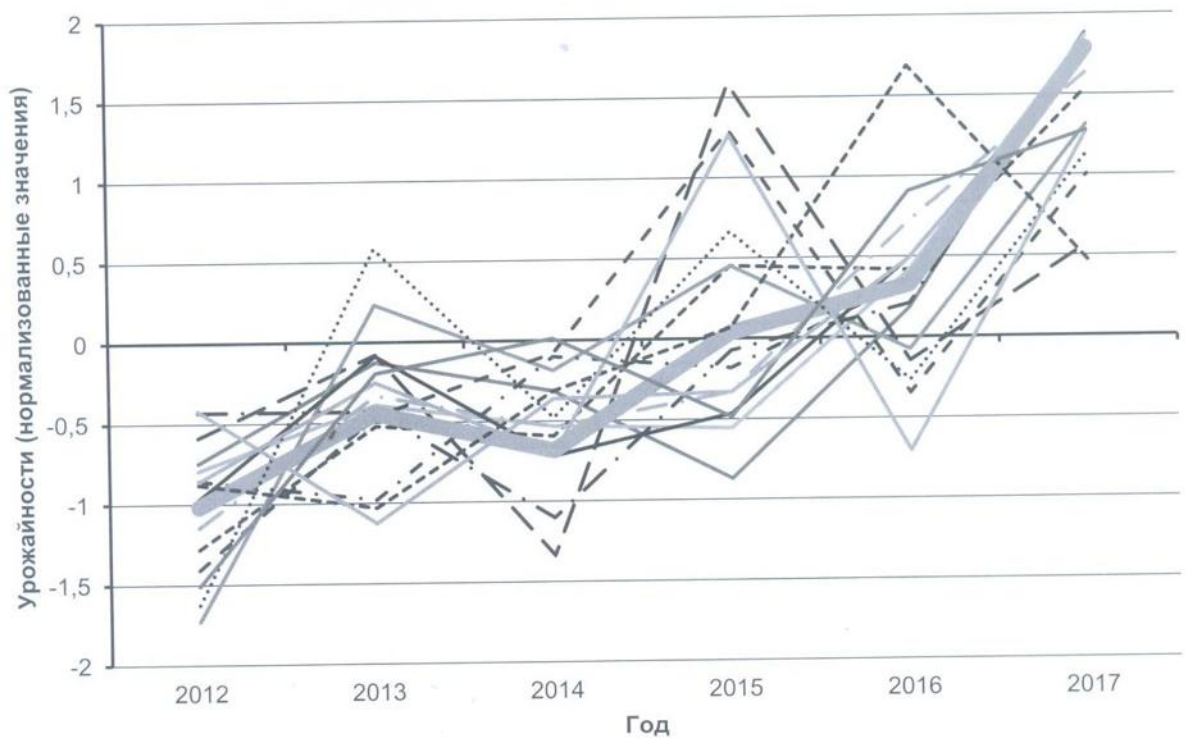


Рис. 3. Кластер 1 динамики урожайности рапса

Кластер 1 (рис. 3)

Самый большой кластер (16 регионов из 46), среди всех представленных ниже.

Тенденции динамики изменения урожайности в этом кластере в основном (и в наибольшей степени) соответствуют средним тенденциям по всем 46 регионам.

В кластер вошли следующие регионы: Оренбургская область, Республика Башкортостан, Челябинская область, Новосибирская область, Смоленская область, Удмуртская Республика, Кемеровская область, Республика Северная Осетия — Алания, Чеченская Республика, Иркутская область,

Свердловская область, Республика Мордовия, Ставропольский край, Липецкая область, Тамбовская область, Ленинградская область.

Тенденцию динамики кластера, то есть «медоид», (толстая линия) представляет Свердловская область: в целом наблюдается последовательный рост, значительный в последний год с небольшим падением на 3-м году наблюдения.

Кластер 2 (рис. 4)

Достаточно большой по размерам кластер (8 регионов из 46), в который вошли следующие

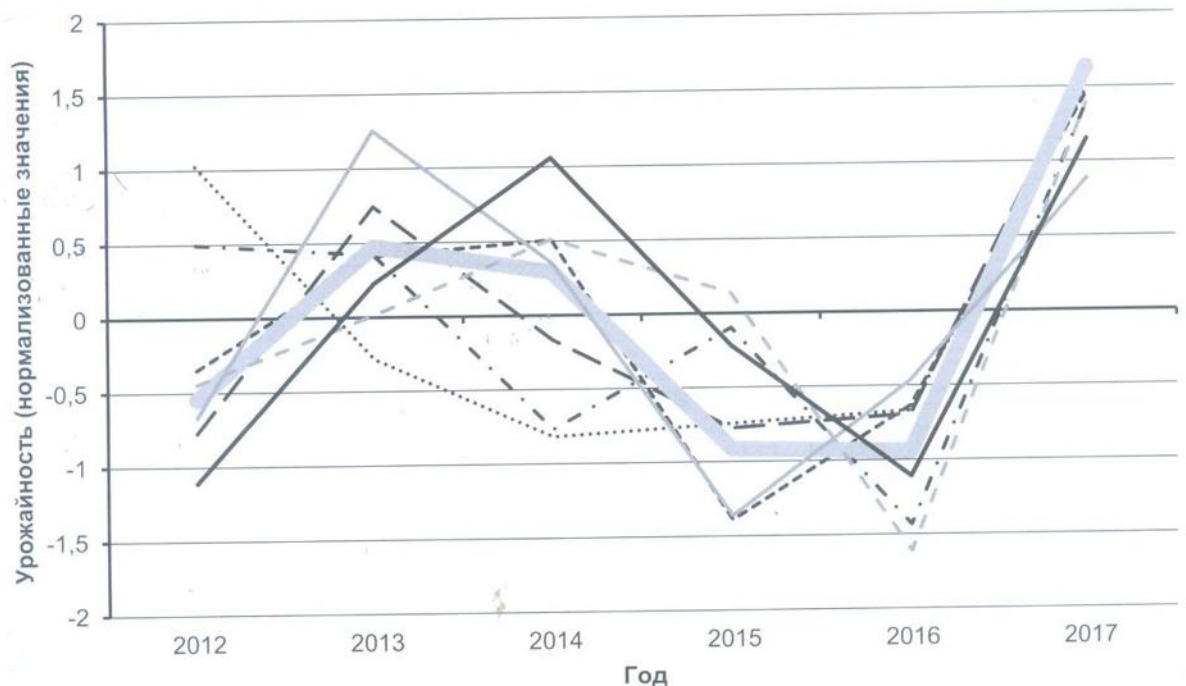


Рис. 4. Кластер 2 динамики урожайности рапса

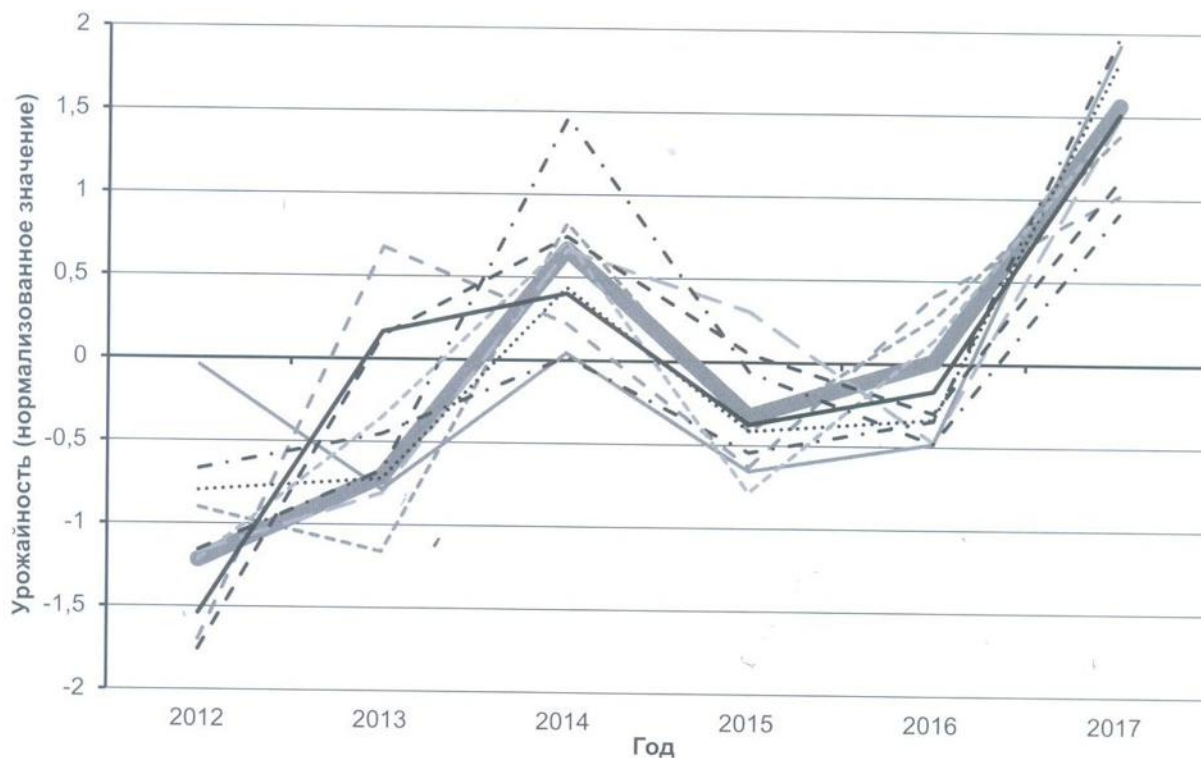


Рис. 5. Кластер 3 динамики урожайности рапса

регионы: Республика Марий Эл, Нижегородская область, Красноярский край, Ивановская область, Московская область, Кабардино-Балкарская Республика, Тульская область, Республика Адыгея.

Тенденцию динамики данного кластера, то есть «медоид», (толстая линия) представляет Московская область: рост на 2-м году наблюдения сменяется падением и стабилизацией в 4-м и 5-м году, и резким ростом в 6-м году наблюдения.

Кластер 3 (рис. 5)

Второй по величине кластер (11 регионов из 46). В него вошли следующие регионы: Забайкальский край, Республика Татарстан, Курганская область, Тюменская область, Пензенская область, Томская область, Брянская область, Орловская область, Псковская область, Ростовская область, Краснодарский край.

Заметим, что в кластер вошли практически все регионы-лидеры, которые были перечислены выше (за исключением Калининградской области, которая попала в 5-й кластер, см. ниже).

Тенденцию динамики данного кластера, то есть «медоид», (толстая линия) представляет Забайкальский край: рост в первые три года сменяется падением на 4-й год и вновь ростом в последующие два года.

Кластер 4 (рис. 6 на стр. 24)

Средний по величине кластер (8 регионов из 46). В него вошли следующие регионы: Пермский край, Калужская область, Кировская область, Омская область, Ульяновская область, Рязанская область, Владимирская область, Курская область.

Тенденции динамики в данном кластере, то есть «медоид» представляет (толстая линия на графике)

Ульяновская область: падение на 2-й год сменяется ростом в 3-й и 4-й год, вновь падением в 5-й год, и ростом в 6-й год наблюдения.

Кластер 5 (рис. 7 на стр. 24)

Самый малочисленный кластер (3 региона из 46). В него вошли Алтайский край, Воронежская область, Калининградская область.

В этот кластер вошел лидер по урожайности — Калининградская область.

Тенденции динамики в целом для этого кластера своеобразны и не характерны для всех других регионов: падение во 2-й и 3-й год наблюдения сменяется ростом в 4-й и 5-й год, и вновь падением в 6-й год наблюдения.

Последний рисунок (рис. 7) особенно наглядно, в силу очень малого количества регионов в кластере, демонстрирует отличие алгоритма k-медоида от алгоритма k-средних. Видно, что в качестве центра кластеризации (толстая линия) выступает один из объектов, в данном случае это Калининградская область. Всего на рисунке три графика, что соответствует количеству объектов в кластере.

Таким образом, динамика урожайности рапса по регионам России в 2012—2017 гг. получила при помощи кластерного анализа (с использованием алгоритма k-медоида) достаточно простую и наглядную интерпретацию. Полученные группы (кроме последней) достаточно объемны. Третья группа, очевидно, наиболее близка по смыслу к средней тенденции по всем регионам, хотя и немного более благополучна по ежегодным темпам роста. В целом все группы достаточно хорошо соответствуют средней динамике (например, общему росту за годы наблюдения), демонстрируя вместе с тем и некоторые особенности своей внутригруппо-

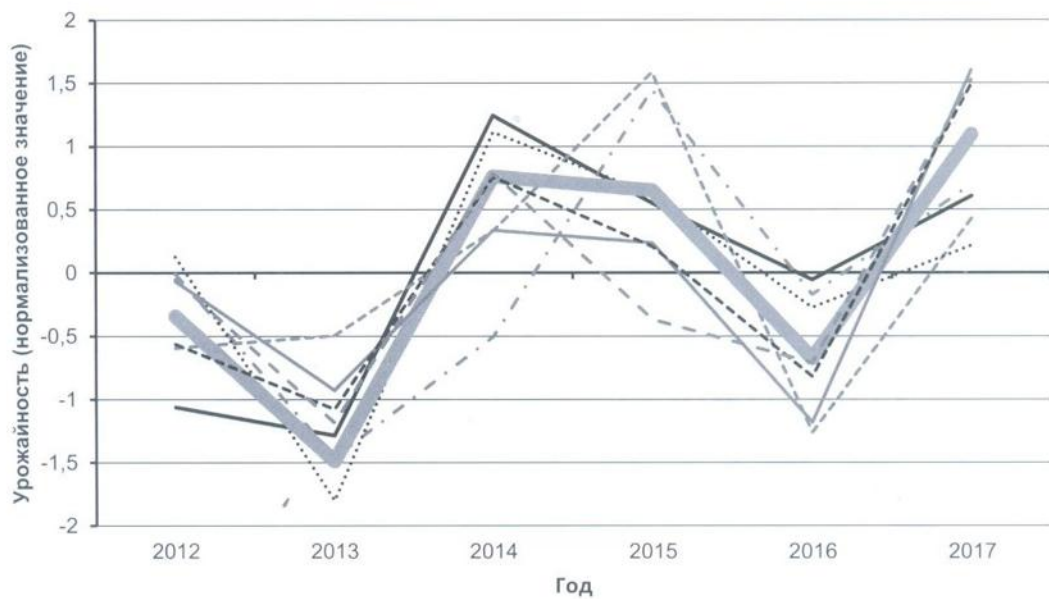


Рис. 6. Кластер 4 динамики урожайности рапса

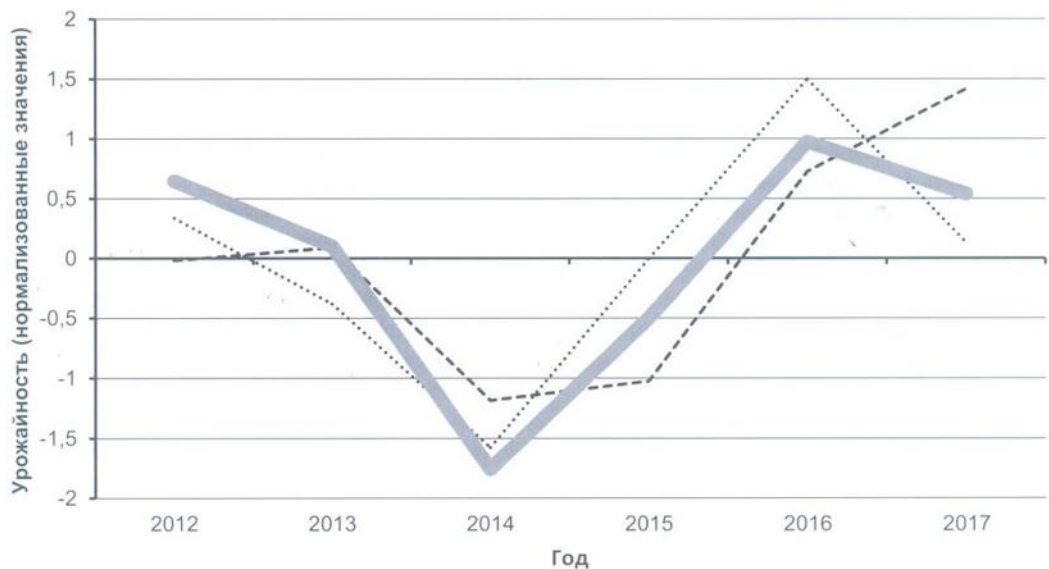


Рис. 7. Кластер 5 для динамики урожайности рапса

вой динамики. Исключение составляет последняя в принципе отлична от средней тенденции по всем (самая малочисленная) группа, динамика в которой регионам.

(окончание следует)

Владимир ГОНЧАРОВ,

доктор экономических наук, профессор,
главный научный сотрудник Всероссийского института
аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова —
филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ;

Сергей САЛЬНИКОВ,

кандидат физико-математических наук,
руководитель отдела информатизации АПК
Всероссийского института аграрных проблем и информатики
им. А. А. Никонова — филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров В. Д., Котеев С. В. Экспорт растительного масла и маслосемян // АПК: экономика, управление. 2018. № 1.
2. Карабут Т. Рапс сохранил доходность. Хотя цены на него уменьшились на 20% // Агроинвестор, март, 2018.
3. Гончаров В. Д., Селина М. В. Стратегия развития масложирового подкомплекса России // Экономика и управление: проблемы и решения. 2018, № 3.
4. Гончаров В. Д., Рау В. В. Основные направления развития масложирового подкомплекса // Инвестиции в России, 2018, № 3.
5. Davies D. L. and Bouldin D. W. A cluster separation measure // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1, 1979.
6. Peter Laurinec. TSrepr use case — Clustering time series representations in R (<https://petolau.github.io/TSrepr-clustering-time-series-representations/>).