

Сергей МИХНЕВИЧ

*Центр мировой экономики  
Института экономики НАН Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: dr-siargei-mikhnevich@yandex.ru*

УДК 339.9

## **О некоторых тенденциях производства генетически модифицированных культур (ГМК) в контексте цифровых экономических трансформаций**

В статье показано определяющее влияние инновационных достижений на процессы цифровизации экономических отношений и формирования направлений отраслевого и секторального развития. Анализируются тенденции возделывания генетически модифицированных сельскохозяйственных культур. Перечислены выгоды, которые можно получить от производства последних и международной торговли ими.

*Ключевые слова:* технологические инновации, генетически модифицированные культуры, цифровая экономика, сельскохозяйственные товары, международная торговля.

Sergei MIKHNEVICH

*World Economy Center of the Institute of Economics  
of the Belarus' National Academy of Sciences,  
Minsk, the Republic of Belarus  
e-mail: dr-siargei-mikhnevich@yandex.ru*

## **About some trends in the production of genetically modified crops (GMK) in the context of digital economic transformations**

The article shows the determining influence of innovative achievements on the processes of digitalization of economic relations and the formation of branch and sectoral development, analyzes the trends of cultivation of genetically modified crops, shows the benefits that can be taken from the production of genetically modified crops and international trade in them.

*Keywords:* technological innovations, genetically modified crops, digital economy, agricultural products, international trade.

Технологические инновации всегда оказывают определяющее воздействие на процесс формирования тенденций мировой экономики и ее отдельных отраслей. Не является исключением и сельское хозяйство. В наши дни стимулятором расширения и переформатирования источников развития данной отрасли является так называемая цифровая глобализация, ставшая результатом стремительных инновационных прорывов в сфере информационных технологий.

© С. Михневич

Ускорителем процесса цифровизации в сельскохозяйственной отрасли стал набор технологических решений, который специалисты назвали IoT (Internet of Things – Интернет вещей). Он объединяет в себе такие инновационные компоненты, как искусственный интеллект, высокоскоростная обработка массивов данных, сенсорное слежение за процессами. В условиях применения сетевых систем управления, цифровых платформ, беспилотной техники и т.п. открываются уникальные возможности для осуществления сбора и обработки информации на объектах всех уровней, включенных в технологическую схему комплексной сельскохозяйственной деятельности.

Экономическим содержанием аграрного производства является сбор максимально возможного урожая с обрабатываемого участка заданной площади при минимизации издержек с последующей реализацией полученной продукции на внутреннем и внешнем рынках по максимально высоким ценам. Для достижения требуемых результатов необходимо добиться эффективного управления имеющимися ресурсами, к которым относятся почва, семена, удобрения, вода, а также успешно противодействовать свойственным сельскохозяйственному производству рискам (такowymi являются неблагоприятные погодные условия, болезни растений, наличие вредителей).

Использование цифровых технологий, с помощью которых обрабатываются массивы данных, касающихся характеристик почвы, многолетних наблюдений за погодой, охраны окружающей среды, процессов земледелия, позволяет принимать научно обоснованные операционные решения. По оценкам экспертов консалтинговой компании Accenture Digital, комплексное применение цифровых технологий в сельскохозяйственной отрасли может способствовать увеличению общей доходности ее структур на 100–110 USD/га [1].

Применение узкоспециализированной автоматизированной техники упрощает посадку и сбор урожая. Управляемые с использованием системы GPS тракторы, оснащенные многочисленными датчиками, способны получать данные о состоянии растений, урожайности, качестве и составе почвы, топографии полей.

По прогнозам экспертов ФАО, в 2050 г. спрос на сельскохозяйственные товары будет на 50% выше, чем в 2013 г. Однако при использовании традиционных форм и методов земледелия урожайность угодий при возделывании большинства сельскохозяйственных культур будет отставать от потребностей рынка. По оценкам ФАО, урожайность культурных растений в ближайшие десятилетия существенно повышаться не будет. Величина совокупного среднегодового роста данного показателя в период с 2020 г. по 2050 г. не превысит 1%; в то же время для обеспечения питания населения Земли в 2050 г. потребуется около 3 млрд т зерна [2].

Применение современных биотехнологий, направленных на повышение урожайности и улучшение качества основных сельскохозяйственных культур путем их совершенствования, дает возможность выращивать кукурузу, из которой можно получать в 2 раза больше масла, чем из обычной, а также сою с повышенным содержанием олеиновых компонентов и сахарозы. Использование последней культуры даст возможность существенно повысить калорийность и питательность рационов сельскохозяйственных животных.

Использование современных биологических и цифровых технологий способствует значительному повышению уровня продовольственной безопасности страны, обеспечивает доступность пищи для населения, повышает доходы работников сельскохозяйственной отрасли.

Присутствие феномена цифровизации особенно отчетливо заметно в сегменте производства генетически модифицированных культур. В настоящее время на смену методам, основанным на слиянии клеток организмов с разным таксономическим статусом, приходит CRISPR (Clustered regularly interspaced short palindromic repeats – технология редактирования генома). Она позволяет точно ориентировать и направлять естественный процесс редактирования генов сельскохозяйственных культур, что способствует повышению устойчивости к заболеваниям и изменениям внешней среды, росту урожайности, улучшению качества пищевых продуктов. Проведенные исследования показали, что полученные по технологии CRISPR растения не имеют следов чужеродной ДНК, что делает возможным выводить экспериментальные культуры из сферы влияния норм, регулирующих вопросы, связанные с генетически модифицированными организмами [3].

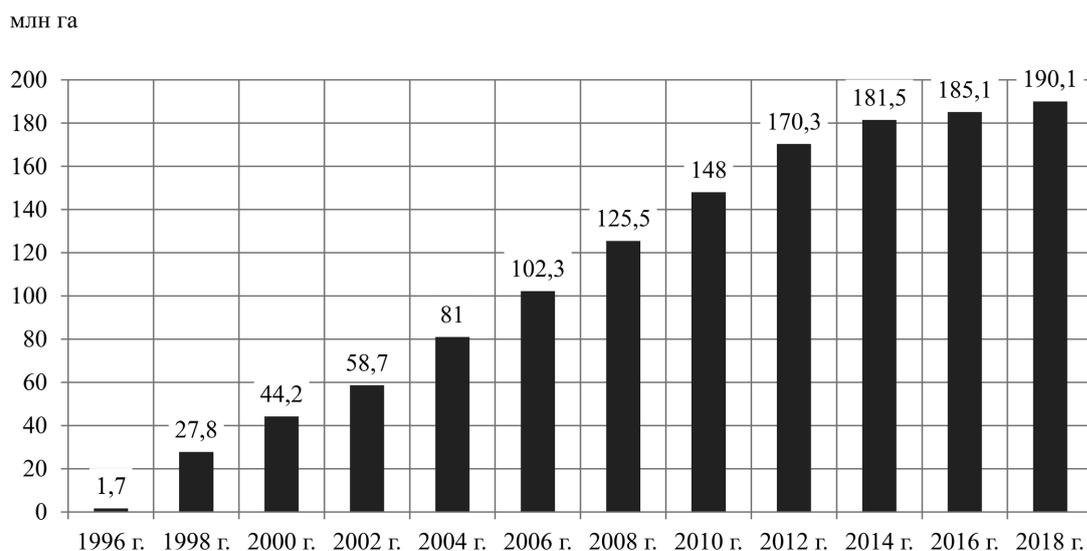


Рис. 1. Мировые площади, занятые генетически модифицированными культурами в 1996–2018 гг.

С помощью технологии CRISPR выведена порода коров, у которых отсутствуют рога. С ее применением удалось добиться повышения устойчивости к болезням, засухе, воздействию гербицидов у кукурузы, рапса, ячменя, пшеницы, риса, сахарного тростника, сои, картофеля, сорго, томатов. Созданы новые сорта фруктов с повышенным содержанием витаминов, обогащенные микроэлементами злаки, обеспечивающие больший выход продукции масличных культур.

В связи с разработкой и апробацией упомянутой технологии редактирования генома дискуссии, касающиеся производства ГМ-культур, становятся менее напряженными. Взгляды ученых и общественности на генную инженерию позитивно меняются, поскольку CRISPR позволяет целенаправленно и точно вносить изменения в геномы.

Следует отметить, что для стран с низким уровнем доходов населения характерно лояльное отношение к использованию биотехнологий в сельском хозяйстве. Значительная часть жителей данных государств получает основную долю материальных благ от трудовой деятельности в аграрном секторе экономики, удовлетворяя свои потребности в продуктах питания путем их самостоятельного производства. Поэтому для этой группы стран рост производительности труда в сельском хозяйстве и, следовательно, увеличение реальных доходов работников данной отрасли являются приоритетами экономической деятельности.

Рассмотрим некоторые тенденции, сформировавшиеся в сегменте производства генетически модифицированных сельскохозяйственных культур. Статистика (см. рис. 1) указывает на то, что за последние 24 года мировые площади, отводимые под выращивание данных растений, увеличились почти в 112 раз (с 1,7 млн га в 1996 г. до 190,1 млн га в 2018 г.).

В то же время важно отметить, что CAGR (Compound Annual Growth Rate – совокупный среднегодовой темп роста) посевных площадей под культуры данного типа за последние 5 лет составлял всего лишь 0,9%.

До 2002 г. почти 75% совокупных площадей, отведенных под выращивание ГМ-культур, приходилось на Соединенные Штаты Америки, однако начиная с 2003 г., доля США постепенно снижалась в пользу таких стран, как Бразилия, Аргентина, Индия и Канада [4].

На рис. 2 приведены 9 государств, в каждом из которых размер посевных площадей под генетически модифицированные сельскохозяйственные культуры в 2017 г. превышал 2 млн га. Как видно из диаграммы, США по-прежнему являются мировым лидером в выращивании ГМ-культур.

Следует отметить, что максимальное количество культивируемых сельскохозяйственных ГМ-культур стран (29) было зафиксировано в 2010–2011 гг.

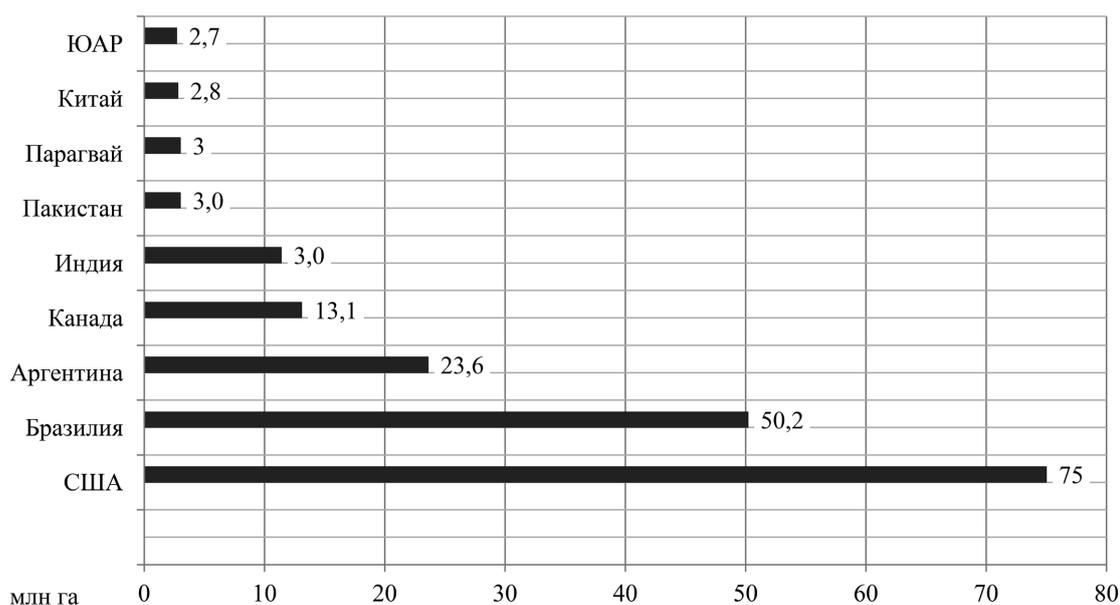


Рис. 2. Ведущие страны – производители ГМ-культур в 2017 г.

В 2017 г. число таких государств составило 24, что объясняется прежде всего социально-политическими факторами. В частности, выращивать трансгенные сельскохозяйственные культуры прекратили в Чехии и Словакии [4].

С 2015 г. по 2017 г. количество стран, высевавших генетически модифицированные культурные растения, уменьшилось с 28-ми до 24-х, или на 14,3% (см. табл. 1).

Таблица 1. Количество стран, промышленно выращивавших генетически модифицированные культуры с 1996 г по 2017 г.

1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
6	6	8	12	12	13	16	17	17	21	22
2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
23	25	25	29	29	28	27	28	28	26	24

Примечание. Источник: [4].

Рассмотрим географическую принадлежность данных государств:

Европа – 2 страны (Испания и Португалия);

Азия – 7 стран (Индия, Китай, Пакистан, Бангладеш, Филиппины, Мьянма и Вьетнам);

Африка – 2 страны (Южно-Африканская Республика и Судан);

Австралия;

Латинская Америка – 9 стран (Бразилия, Аргентина, Парагвай, Уругвай, Боливия, Колумбия, Чили, Гондурас и Коста-Рика);

Северная Америка – 3 страны (США, Канада и Мексика) [4].

За последние 5 лет существенно сократилось количество государств Европы, в которых выращивались генетически модифицированные сельскохозяйственные культуры. Если в 2013 г. их было 5, то в 2017 г. таковых осталось 2.

В 2017 г. из 24-х стран, использовавших биотехнологии при производстве аграрных культур, 5 являлись экономически развитыми, а 19 – развивающимися.

Интересным видится сравнение темпов освоения производства трансгенных сельскохозяйственных растений. За период с 2005 г. по 2017 г. площади, занятые посевами ГМК, в экономически развитых странах в среднем увеличились в 1,6 раза, в развивающихся – в 2,9 раза (см. табл. 2).

Таблица 2. Сравнение площадей, занятых ГМК, в развитых и развивающихся странах в 2005–2017 гг. (млн га)

Страны	2005 г.	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.	2015 г.	2017 г.
Развитые	56,3	64,9	73,1	80,0	81,7	82,6	91,3
Развивающиеся	33,8	49,4	61,1	80,0	93,5	97,1	98,5
Всего	90,1	114,3	134,2	160,0	175,2	179,7	189,8

Примечание. Источник: [4].

Примечательно, что начиная с 2012 г., общая площадь, отводимая под выращивание ГМК, в развивающихся странах превышала таковую в экономически развитых государствах.

С одной стороны, данная тенденция опровергает мнение скептиков, утверждающих, что использование современных биотехнологий в аграрном секторе финансово обосновано только для экономически развитых стран, а в развивающихся они не будут широко использоваться и адаптироваться.

С другой – вырисовывается устойчивая тенденция замедления темпов расширения посевных площадей под ГМ-культуры в развивающихся странах. Так, если за период с 2005 г. по 2011 г. совокупный среднегодовой темп роста данного показателя составлял 13,1%, то между 2012 г. и 2017 г. он находился на отметке 1,8%.

Еще одним важным обстоятельством является то, что основные площади под выращивание генетически модифицированных сельскохозяйственных культур сосредоточены лишь в 5-ти развивающихся странах – Бразилии, Аргентине, Индии, Пакистане и Парагвае. ГМ-растениями в них засеяно 91,2 млн га, или 48% от общей величины занятых таковыми мировыми площадями [4].

В 2017 г. «глобальным локомотивом» процесса расширения отводимых под ГМ-культуры участков была Канада. С 2016 г. суммарный размер данных наделов в этой стране увеличился на 2 млн га, или на 15,3%. Данный факт объясняется прежде всего функционированием в Канаде относительно либеральной системы регистрации новых растений.

Динамика возделывания основных ГМ-культур между 2005 г. и 2017 г. представлена в таблице 3. Согласно приведенным данным, особо широкое распространение получили генетически модифицированные соя, кукуруза, хлопчатник, озимый рапс, площади под которые в 2017 г. достигли, соответственно, 49,6%, 31,5%, 12,7% и 5,4% от всех, используемых для производства ГМК [4].

Вместе с тем необходимо отметить, что если с 2005 г. по 2011 г. среднегодовые темпы роста посевных площадей под генетически модифицированные сою, кукурузу, хлопчатник, озимый рапс были значительными и составляли, соответственно, 4,7%; 13,4%; 14,1% и 8,2%, то с 2013 г. по 2017 г. они существенно уменьшились (соответственно, до 2,2%; 1,1%; 0,3% и 4,5%).

Таблица 3. Динамика размеров наделов, отводимых для возделывания ГМК, в 2005–2017 гг. (млн га)

Культуры	2005 г.	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.	2015 г.	2017 г.
Соя	54,5	58,6	69,5	75,0	84,5	92,1	94,1
Кукуруза	21,1	35,2	41,1	50,9	56,6	54,2	59,7
Хлопчатник	9,8	15,0	17,2	24,6	23,8	22,6	24,1
Озимый рапс	4,6	5,4	6,4	8,0	8,2	8,8	10,2
Иные	0,1	0,1	0,2	1,5	2,1	2,0	1,7
Всего	90,1	114,3	134,2	160,0	175,2	179,7	189,8

Примечание. Источник: [4].

В 2017 г. соотношение площадей, занятых некоторыми видами традиционных сельскохозяйственных культур и их генетически модифицированными аналогами, было следующим:

- кукуруза – 188,0 млн га против 60,2 млн га;
- соя – 121,1 млн га против 93,6 млн га;
- хлопчатник – 30,2 млн га против 24,2 млн га;
- озимый рапс – 33,7 млн га против 10,1 млн га (см. рис. 3).

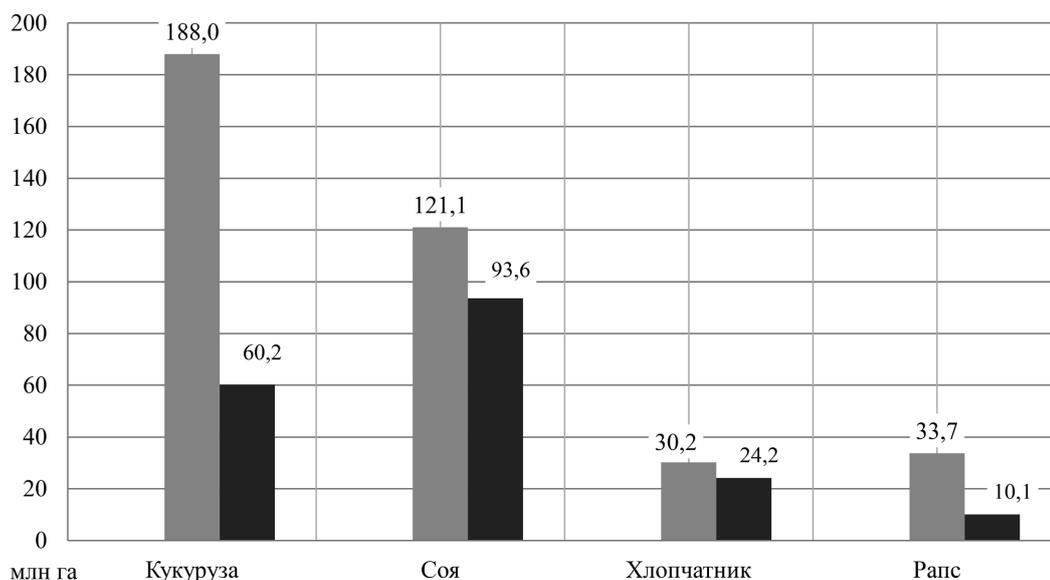


Рис. 3. Соотношение площадей, занятых традиционными сельскохозяйственными культурами (левый столбец) и их генетически модифицированными аналогами (правый столбец), в 2017 г.

Важным результатом развития биотехнологий стало выведение новых сортов сельскохозяйственных культур, обладающих устойчивостью к насекомым и толерантностью к гербицидам. Широкое использование семян таких растений ведет к снижению издержек в процессе борьбы с сорняками и насекомыми-вредителями, а также способствует повышению урожайности, что позволяет фермерам обеспечивать стабильный рост прибыли.

На рисунке 4 показана динамика объемов реализации семян ГМК за период с 1997 г. по 2017 г. Следует отметить, что стоимостные объемы мировой торговли семенами генетически модифицированных сельскохозяйственных культур за это время увеличились в 24,6 раза – с 0,7 млрд USD

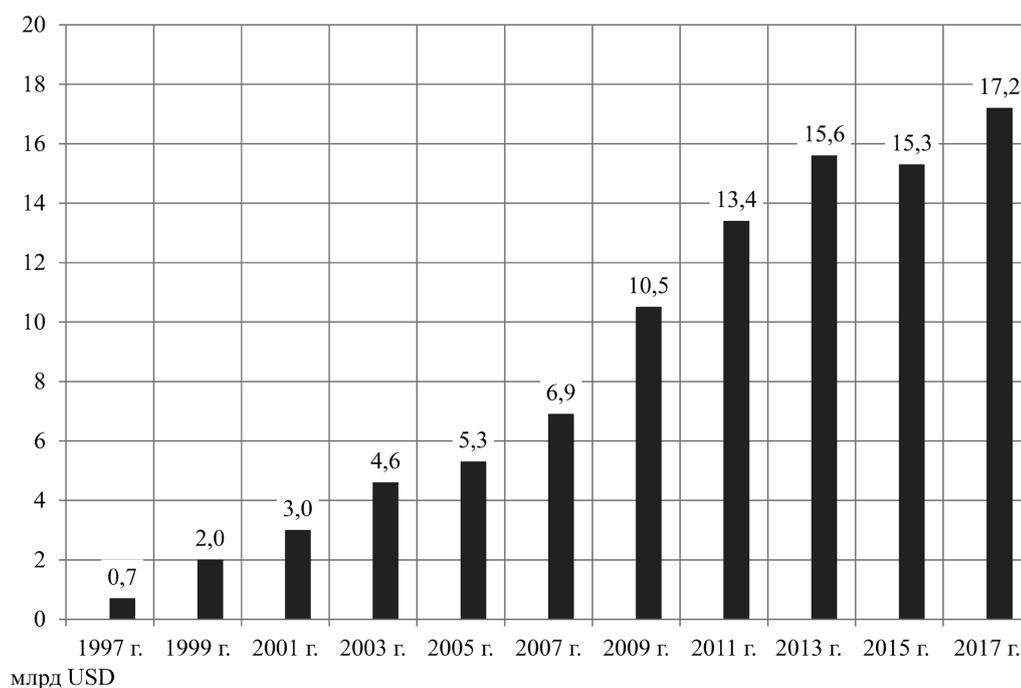


Рис. 4. Динамика продаж семян генетически модифицированных культур на мировых рынках

в 1997 г., до 17,2 млрд USD в 2017 г. Однако в последние 5 лет совокупный среднегодовой темп роста составил всего лишь 1,9%, что значительно ниже значения данного показателя за период с 2007 г. по 2011 г., составлявшего 14,2% [4].

Обобщая вышеизложенное, можно говорить о том, что в последние годы в сегменте мирового производства генетически модифицированных сельскохозяйственных культур наблюдается тенденция «сдержанности», которая проявляется в относительно медленном по сравнению с началом 2000-х годов расширении посевных площадей под ГМ-культуры, умеренных объемах продаж семян данных растений, сокращении количества культивирующих их стран.

Есть основания полагать, что данная тенденция обусловлена активными подвижками в деле совершенствования сельскохозяйственных культур методами геной коррекции, по оценкам авторитетных экспертов являющихся более прогрессивными и менее рискованными с точки зрения безопасности продовольствия, получаемого в результате применения таких технологий [3].

В то же время важно учитывать выгоды от использования современных биотехнологий в сельскохозяйственном производстве, которые проявляются в виде повышения урожайности (ГМ-культуры устойчивы к неблагоприятным климатическим условиям, сорнякам и насекомым), а также снижения стоимости сельскохозяйственных товаров благодаря росту производительности аграрного труда и экономии факторов производства.

Новые сорта сельскохозяйственных культур не только обеспечивают более высокие урожаи, но и лучше адаптированы к изменениям климата. Данные культурные растения способны развиваться в близких к засухе условиях и при повышенной засоленности почв. Кроме того, они обеспечивают более быстрое созревание урожая.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Digital Agriculture: Improving Profitability [Electronic resource]. – Dublin, 2017. – Mode of access: [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Digital\\_3/Accenture-Digital-Agriculture-Point-of-View.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Digital_3/Accenture-Digital-Agriculture-Point-of-View.pdf). – Date of access: 20.02.2019.
2. The Future of Food and Agriculture, Trends and challenges [Electronic resource]. – Rome, 2017. – Mode of access: <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>. – Date of access: 20.02.2019.
3. Giddings, V. What CRISPR gene editing has taught us about the GMO debate [Electronic resource] / V. Giddings. – Mode of access: <https://geneticliteracyproject.org/2018/09/27/what-crispr-gene-editing-has-taught-us-about-the-gmo-debate/>. – Date of access: 11.02.2019.
4. Clive, J. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops [Electronic resource] / J. Clive. – Mode of access: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/>. – Date of access: 21.02.2019.

*Поступила в редакцию 21.03. 2019*