УДК 631.527:631.53.02:633.85

DOI 10.25230/2412–608X–2018–4–176–42–47

Селекция рапса на устойчивость к гербицидам: результаты и перспективы

С.В. Гончаров,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор¹

Л.А. Горлова,

кандидат биологических наук²

¹ ФГБУ ВО «Воронежский ГАУ им. императора
Петра 1»,
Россия, 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1
Тел.: (4732) 35-78-29
E-mail: slogan1960@mail.ru

² ФГБНУ ФНИЦ ВНИИМК
Россия, 350038, Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 275-79-10
E-mail: lagorlova26@yandex.ru

Для цитирования: Гончаров С.В., Горлова Л.А.
Селекция рапса на устойчивость к гербицидам: ре-
зультаты и перспективы // Масличные культуры.
Научно-технический бюллетень Всероссийского
научно-исследовательского института масличных
культур. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 42–47.

Ключевые слова: рапс, устойчивость к герби-
цидам, гибриды, сорта, генные модификации, му-
tagenез.

Проблемно-полемиическая статья посвящена анализу эффективности селекции рапса на устойчивость к гербицидам. Выделены центры производства рапса: 1) Американский континент (Канада и США); 2) Европа (Евросоюз, страны СНГ) и 3) Юго-Восточная Азия (Индия, Китай) и Австралия. Урожайность рапса в мире возрастет на 10–12 % в ближайшие пять лет благодаря распространению устойчивых к гербицидам гибридов. В настоящее время с помощью генной инженерии выведен и коммерциализуется сортимент, устойчивый к глюфосинату аммония, глифосату и бромоксинулу под торговыми марками Liberty Link®, Roundup Ready® и Navigator® соответственно. Сегодня 24 % мировых площадей рапса из 39 млн га заняты ГМ-сортами и гибридами. С помощью мутационной селекции выведены и используются нетрансгенные сорта и гибриды, устойчивые к триазину, имидазолинону и сульфониламочевинам под торговыми марками TT (triazine tolerant), Clearfield®, Cibus соответственно.

Слияния и поглощения последних глобальных игроков рынка пестицидов и семян переформируют рынок агротехнологий, как совокупность инновационных методов, баз данных и знаний для разработки новых сортов и гибридов с пакетным предложением средств защиты растений и цифровых решений. Австралия, Канада, Китай и Украина – страны с наибольшим потенциалом увеличения посевных площадей и валовых сборов рапса в ближайшие 5–7 лет.

UDC 631.527:631.53.02:633.85

Herbicide tolerance in rapeseed breeding: results and prospects.

S.V. Goncharov, doctor of agriculture, prof.¹

L.A. Gorlova, PhD in biology²

¹Voronezh State Agrarian University after Emperor
Peter the Great,
1, Michurina Str., Voronezh, 394087 Russia
Tel.: (4732) 35-78-29
E-mail: slogan1960@mail.ru

²All-Russian Research Institute of Oil Crops by
Pustovoi V.S. (VNIIMK)
17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
Tel.: (861) 275-79-10,
E-mail: lagorlova26@yandex.ru

Key words: rapeseeds, herbicide resistance, hybrids, conventional varieties, gene modifications, mutagenesis.

The problem-polemic article is about the analysis of rapeseed breeding efficiency for herbicide tolerance. The main centers of rapeseed production are: 1) the American continent (Canada and the USA), 2) Europe (EU, CIS countries), and 3) Southeast Asia (India, China) and Australia. The world's rapeseed yield will increase by 10–12% during the next five years due to further extension of herbicide-resistant hybrids. Commercializing varieties and hybrids resistant to glufosinate ammonium, glyphosate and bromoxynil under Liberty Link®, Roundup Ready® and Navigator® brands, respectively, are bred with gene modification (GM) technologies. About 24% of the world's rapeseed area out of total 39 mln ha is planted with GM-seeds currently. Non-transgenic seeds resistant to triazine, imidazolinone, and sulfonylurea under the trademarks TT (triazine tolerant), Clearfield®, and Cibus correspondingly are bred with mutational methods of conventional breeding. The mergers and acquisitions of the global crop protection (CP) and seed companies re-shape the market for agricultural technologies, i.e. a set of innovative methods, database and know-how for seed sales with plant CP products and digital solutions package. Australia, Canada, China and Ukraine are the countries with the greatest potential to scale up the acreage and gross yield of rapeseed in the next five-seven years.

Введение. Экспорт продукции АПК РФ оценивается в \$20,7 млрд против \$17 млрд в 2016 г., в том числе в стоимостном выражении зерна (36 %) и растительного масла (12 %). В соответствии с майским указом Президента РФ экспорт сельхозпродукции и продовольствия должен вырасти до \$45 млрд к 2024 г. Исполнение федерального проекта «Экспорт продукции АПК» – приоритетная задача аграрной отрасли. Масложировой союз России готов обеспечить 20 % экспортной выручки. Это возможно при совокупном объеме перерабатывающих мощностей масложирового комплекса 24 млн т (в настоящее время не загружено до 9 млн т) и увеличении объемов производства масличных культур. С помощью каких культур, какого сортимента может быть выполнена эта грандиозная задача? Очевидно, что опыт стран-лидеров производства масличных культур и инновационных подходов в селекции может быть полезным для форсирования темпов развития отечественного рынка масличных культур на примере рапса. Цель статьи – обобщение мирового опыта в селекции на устойчивость рапса к гербицидам.

Материалы и методы. В работе использовали экономико-статистический, абстрактно-логический, графический и метод экспертных оценок. Использовали материалы USDA (Сельскохозяйственный Департамент Правительства США), предоставленные агентством «Агроспикер» [1], европейской ассоциации COCERAL [2], литературные данные.

Результаты и обсуждение. Показателем глобального роста спроса на масличные культуры может служить рост объемов мирового производства рапсового масла: если в начале «нулевых» он составлял 14 млн т, то по оценке экспертов к 2018 г. достигнет 29 млн т. В топ-10 стран мира производят масличные культуры на 182 млн га, из которых 65,1 % занято соей, 22,7 – рапсом и 12 % – подсолнечником.

В мире можно выделить три основных центра производства рапса: 1) Американский континент (Канада и США); 2) Европа (Евросоюз, страны СНГ) и 3) Юго-Восточная Азия (Индия, Китай), а также Австралия. В Канаде и Австралии доминирует яровой рапс, занимая 77 и 99 % от площадей масличных культур в 2018 г., с валовым сбором 73 и 98 % соответственно в 2017 г. (рис. 1). Именно в

этих странах селекция рапса опережает другие регионы по эффективности и многообразию инновационных подходов.

Рисунок 1 – Соотношение уборочных площадей главных масличных культур в топ-10 странах мира, тыс. га, 2018 г. (по данным USDA)

Страны Евросоюза 28 – один из основных регионов интенсивного производства и переработки рапса в мире. Франция и Германия лидируют в Евросоюзе не только в площадях (12 и 11 %), валовых сборах (16 и 13 %), но также и по уровню развития селекционно-семеноводческого комплекса (рис. 2). Здесь базируются основные селекционные компании, доминирующие в Европе по сортименту и рыночной доле на семенных рынках [3].

Рисунок 2 – Посевные площади и валовые сборы рапса в топ-10 стран Евросоюза, 2017 г. (по данным COCERAL)

Прогнозируется, что урожайность рапса в мире возрастет на 10–12 % в ближайшие пять лет благодаря дальнейшей экспансии гибридов и селекции на устойчивость к гербицидам. В силу приоритетности этого направления селекции нами предложена следующая классификация рапса (рис. 3).

Эксперты полагают, что рост посевных площадей устойчивых к гербицидам сортов будет происходить больше за счет производственной системы Roundup Ready® с использованием глифосата (N-(фосфонометил)-глицин или изопроламминная соль), самого популярного в мире неселективного системного гербицида с объемом производства 0,8 млн т в год [4].

Рисунок 3 – Классификация сортимента рапса по устойчивости к гербицидам

Действующее вещество гербицидов, выпускающихся под торговыми названиями «Roundup®», переводится с английского как «круговая оборона». Устойчивость к глифосату контролируется двумя генами, происходящими от штаммов бактерий *Agrobacterium* CP4 и *Ochrobactrum* LBAA [5]. В 2000 г. истёк патент на молекулу глифосата, принадлежащий корпорации «Монсанта», что привело к появлению на рынке дженериковых аналогов торговой марки Roundup (например, TOP UP48 в Таиланде, Ураган в России и т.д.) Несмотря на то, что Международное агентство по изучению рака Всемирной организации здравоохранения на основе проведенных эпидемиологических и экспериментальных исследований обнародовало заключение о том, что глифосат является «возможным канцерогеном для человека», Евросоюз принял решение продлить его использование до 2023 г.

Первые ГМ-сорта рапса для производственной системы Roundup Ready® были получены в Канаде в 1995 г. и в настоящее время широко распространены на американском континенте. Сегодня существуют как сорта, так и гибриды ярового и озимого образа жизни, устойчивые к глифосату.

Устойчивость к контактному неселективному гербициду на основе глюфосинат аммония (Glufosinate ammonium) из класса фосфинотрицины – также результат генных модификаций рапса. Глюфосинат аммония – это модификация продукта метаболизма почвенного гриба *Streptomyces* spp. Используется в борьбе со злаковыми сорняками и для десикации ряда культур, в том числе рапса. Liberty Link® – изначально принадлежащий корпорации Байер бренд генов устойчивости к глюфосинат аммонии (гербициды Либерти, Баста и др.), происходящих от бактерий *Streptomyces bacteria* [6].

Германский химический концерн Байер в 2018 г. завершил поглощение американской агрохимической корпорации Monsanto за \$63,5 млрд. Интеграционный процесс в компаниях начнется после поглощения, связанного с необходимостью продажи части активов Байер немецкой BASF по требованию антимонопольных регуляторов. В ходе приобретения корпорацией Байер компании Monsanto, она лишается части семенного бизнеса, включая технологию LibertyLink® и селекционных программ по рапсу, а также мощностей по производству гербицидов. Данные активы переходят к компании BASF [7].

По предложению Swedish Chemicals Agency гербициды на основе глюфосинат аммония попали в список запрещенных препаратов; данное решение было одобрено Европарламентом в 2009 г. Оборот семян глюфосинат-устойчивых сортов и гибридов рапса разрешен в Северной Америке.

Бромоксинил – химическое соединение из группы бензонитрилов и органических соединений брома, зарегистрированное в США компанией Arista LifeScience в качестве гербицида в 1965 г. [8] Во многих государствах Евросоюза, таких как Германия, Австрия, и Швейцария, бромоксинил разрешён к использованию и входит в состав различных гербицидов в комбинации с другими активными ингредиентами. Бренд производственной системы с использованием устойчивых к бромоксинилу яровых сортов рапса Navigator® зарегистрирован в Канаде.

Устойчивость к гербицидам на основе триазина, имидазолинонов, сульфанилмочевин индуцируется методами классической селекции (химическим мутагенезом), поэтому полученный сортимент не относится к категории генномодифицированного.

Сорта и гибриды, устойчивые к гербициду Евролайтинг, разработанному корпорацией BASF, коммерциализуют под торговой маркой производственной системы Clearfield® («чистое поле») [9]. Некоторые гибриды рапса, обладающие устойчивостью к гербициду Евролайтинг, безболезненно воспринимают воздействие гербицидов, относящихся к группе сульфонилмочевин. Использование в названиях сортов и гибридов рапса аббревиатуры «CL» указывает на их устойчивость к гербициду на основе имидазолинонов (имазетапиру, имазамоксу, имазетапиру) для производственной системы Clearfield®.

Канадское бюро по конкуренции объявило, что 27.06.2018 г. достигнуто соглашение с BASF в связи с предполагаемой покупкой активов Bayer. Условием приобретения компанией BASF активов Bayer, отчуждаемых в результате приобретения Monsanto, является необходимость отказа BASF от производственной системы Clearfield® для выращивания рапса.

В целом же глобальная трансформация аграрной отрасли переформирует рынок агротехнологий, как совокупность инновационных методов, баз данных и знаний, позволяющих осуществлять разработку новых сортов и гибридов с заданными свойствами, для пакетного предложения средств защиты растений и цифровых решений.

Триазины – селективные гербициды для контроля двудольных сорняков, продвигаемые под торговой маркой ТТ (triazine tolerant). В настоящее время разрешены к применению препараты на основе метамитрона и метрибузина. Наиболее важными препаратами этой группы были Симазин, разработанный в 1956 г., Аметрин, которые сейчас не применяются, и Прометрин. В конце 70-х годов широко применяли несимметричные 1,2,4-триазины (триазины): Метрибузин (препарат «Зенкор»), разработанный в 1971 г., и Метамитрон («Голтикс»), разработанный в 1975 г. [10] С 2007 г. Атразин не входит в список гербицидов, рекомендованных к применению в РФ, однако в мировой практике до сих пор используется [11]. Объемы использования производных триазина постоянно сокращаются. Распространение сортов и гибридов, устойчивых к триазину, осуществляется корпорацией DuPont-Pioneer, местными селекционными фирмами в Австралии [12; 13]. Селекция рап-

са направлена на комбинирование устойчивости к гербицидам с повышенной энергией роста, устойчивостью к черной ножке, прочностью стебля для устойчивости к полеганию, лучшей структурой продуктивности растений.

По содержанию масла гибриды не отличаются от сортов, хотя конкретно триазин-устойчивые сорта в целом имеют несколько меньшее содержание масла; урожайность гибридов рапса в среднем на 11 % была выше, чем сортов. В 2010 г. в Австралии 40 % продаж семян было представлено гибридами. В настоящее время эта доля оценивается более чем в 60 %. Цена семян гибридов, которая в 2–2,5 раза больше, чем сортов, должна быть компенсирована большей урожайностью и адаптацией.

Канадскими учеными выведены новые сорта и гибриды рапса, устойчивые к гербицидам на основе сульфонилмочевин (трибенурон-метил), хотя коммерческое использование сортамента только начинается [14]. Предварительная торговая марка производственной системы-Cibus' SU Canola.

По данным ассоциации ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications), в настоящее время 24 % посевных площадей рапса в мире из 39 млн га заняты ГМ-сортами и гибридами по сравнению с 78 % сои из 117 млн га культуры [15]. В странах – основных экспортёрах на мировой рынок доля ГМ-продуктов наиболее высока. Так, в США доля ГМ-соеи в общих посевах достигла 94 %, в Аргентине – 100, в Бразилии – 96,5, в Парагвае – 96, в Канаде – 94 %, причем на указанные страны приходится свыше 95 % всего мирового экспорта бобов [16]. Аналогичная ситуация на рынке рапса: более 80 % канадского товарного рапса производится из сортов и гибридов, генетически модифицированных в отношении устойчивости к гербицидам.

В последние годы при производстве ГМ-культур в мире стремительно растёт доля так называемых «стэков», то есть генотипов с двумя встроенными генами, происходящими от неродственных видов. Доля регистрируемых стэков составляет 80 % от всех, в целом растущих регистраций новых сортов и гибридов культур, включая рапс. Они могут обладать комбинацией новых благоприятных признаков, например, резистентностью к сорнякам и вредителям растений одновре-

менно. Очевидно, что в ближайшие годы посевы стековых сортов и гибридов превзойдут по площади посевы ГМ-продуктов с единичными встроенными генами благодаря повышению эффективности агропроизводства. Данный тренд ускоряет сроки сортообновления и сортосмены (укорочения жизненного цикла селекционного достижения), то есть инициирует регистрацию новых продуктов [17].

Североамериканскими учеными доказано, что масло устойчивых к гербицидам растений не отличается от традиционных сортов; генетические модификации или мутации касаются генотипов растений, но не масла, получаемого из товарного рапса [18].

Глобальным драйвером развития культуры может стать замедление экспансии пальмового масла, которая достигнет своего пика через 3–5 лет. Мировое производство рапса увеличилось на 20 % за последние 7 лет. Ожидается, что перерабатывающие мощности рапса в наибольшей степени вырастут в Евросоюзе, Китае и Канаде из-за увеличения потребительского спроса и переработки на биодизель в частности, а также благодаря программам сокращения потребления трансжиров в США. Если Китай и Евросоюз в настоящее время остаются основными импортерами маслосемян рапса (4,3 и 4 млн т соответственно в 2017 г.), то Канада подтверждает статус глобального экспортера, обеспечивающего 69 % мировой торговли рапсом. Сдерживающими факторами расширения площадей рапса послужат относительная стабилизация цен на растительные масла на уровне существенно ниже пика 2011–2012 гг. и вынужденное использование менее урожайных сортов ярового типа в регионах с большей степенью континентальности.

Заключение 1. Селекционные программы по рапсу глобальных лидеров нацелены на создание сортов и гибридов, устойчивых к гербицидам: глюфосинату аммония, глифосату и бромоксинулу с помощью генной инженерии, к триазиону, имидазолинону и сульфонилмочевинам с помощью мутационной селекции.

2. Австралия, Канада, Китай и Украина – страны с наибольшим потенциалом увеличения посевных площадей и валовых сборов рапса благодаря экспансии устойчивых к гербицидам сортов и гибридов в ближайшие 5–7 лет при том, что мировые площади вырастут не более чем на 5–7 %.

Список литературы

1. United States Department of Agriculture trade: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fas.usda.gov/> (дата обращения: 15.03.2018).
2. European Association of cereals, rice, feedstuff, oilseeds, olive oil, oils & fats and agrosupply: EU28 oilseed crop forecasts trade: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.coceral.com/web/june%202018/1011306087/list1187970814/f1.html> (дата обращения: 15.06.2018).
3. Гончаров С.В., Горлова Л.А. Изменение сортиamenta рапса в России в результате конкуренции на рынке семян // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 1 (173). – С. 36–41.
4. Charles M. Benbrook Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally // Environmental Sciences Europe. – 2016. – Т. 28. – Вып. 1. – Р. 2190–4715.
5. What is Roundup Ready canola? – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.monsantoglobal.com/global/au/products/Documents/tech-topic-what-is-roundup-ready-canola.pdf> (дата обращения: 11.07.2018).
6. Liberty Link: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cropscience.bayer.us/products/traits/libertylink> (дата обращения: 11.07.2018).
7. Bayer завершил поглощение Monsanto: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vedomosti.ru/business/news/2018/06/07/772148-bayermonsanto?utm_source=news&utm_medium=partner&utm_campaign=news_news (дата обращения: 15.06.2018).
8. Arista LifeScience: Bromoxynil 225 Monsanto: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://aristalifescience.co.za/files/Bromoxynil-225_label-eng.pdf (дата обращения: 10.07.2018).
9. BASF: Clearfield® production systems: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agriculture.basf.com/us/en/Crop-Protection/Clearfield.html>.
10. Захаренко В.А. Гербициды. – М: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
11. Куликова Н.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения: учебное пособие. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 152 с. .
12. DuPont-Pioneer: Herbicide tolerant canola: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Australia_Intl/2HerbicideTolerantCanolastewardship.pdf (дата обращения: 10.07.2018).
13. Nuseed: HyTTec® – Your new breed of TT canola: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nuseed.com/au/products/canola/hyttec/> (дата обращения: 10.07.2018).
14. Grainnews. SU-tolerant canola from Cibus canola: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.grainnews.ca/2016/11/30/cibus-develops->

sulfonylurea-tolerant-su-canola/ (дата обращения: 10.07.2018).

15. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA): [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/cropslist/default.asp> (дата обращения: 10.07.2018).

16. GM crop area at 190 million hectares worldwide in 2017 canola: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.thehindubusinessline.com/economy/agri-business/gm-crop-area-at-190-million-hectares-worldwide-in-2017-says-isaaa-report/article24264806.ece> (дата обращения: 10.07.2018).

17. Гончаров С.В., Горлова Л.А. Сроки сорто-смены масличных культур на примере рапса ярового // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ: Мат-лы междунаро-д. науч.-практ. конф., посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – ФГБОУ ВО ВГАУ им. Императора Петра I, 2017. – С. 99–104.

18. Winter canola extension canola: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://canola.okstate.edu/> (дата обращения: 1.07.2018).

References

1. United States Department of Agriculture trade: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.fas.usda.gov/> (data obrashcheniya: 15.03.2018).

2. European Association of cereals, rice, feedstuff, oilseeds, olive oil, oils & fats and agrosupply: EU28 oilseed crop forecasts trade: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.coceral.com/web/june%202018/1011306087/list1187970814/f1.html> (data obrashcheniya: 15.06.2018).

3. Goncharov S.V., Gorlova L.A. Izmeneniye sortimenta rapsa v Rossii v rezul'tate konkurentsii na rynke semyan // Maslichnyye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 1 (173). – S. 36–41.

4. Charles M. Benbrook Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally // Environmental Sciences Europe. – 2016. – T. 28. – Vyp. 1. – P. 2190–4715.

5. What is Roundup Ready canola? – [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.monsantoglobal.com/global/au/products/Documents/tech-topic-what-is-roundup-ready-canola.pdf> (data obrashcheniya: 11.07.2018).

6. Liberty Link: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.cropscience.bayer.us/products/traits/libertylink> (data obrashcheniya: 11.07.2018).

7. Bayer завершил поглощение Monsanto: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.vedomosti.ru/business/news/2018/06/07/772148-bayermonsanto?utm_source=news&utm_medium=partner&utm_campaign=news_news (data obrashcheniya: 15.06.2018).

8. Arista LifeScience: Bromoxynil 225 Monsanto: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://aristalifescience.co.za/files/Bromoxynil-225_label-eng.pdf (data obrashcheniya: 10.07.2018).

9. BASF: Clearfield® production systems: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://agriculture.basf.com/us/en/Crop-Protection/Clearfield.html>.

10. Zakharenko V.A. Gerbitsidy. – M: Agropromizdat, 1990. – 240 s.

11. Kulikova N.F. Gerbitsidy i ekologicheskiye aspekty ikh primeneniya: uchebnoye posobiye. – M.: Knizhnyy dom «LIBROKOM», 2010. – 152 s.

12. DuPont-Pioneer: Herbicide tolerant canola: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Australia_Intl/2HerbicideTolerantCanolastewardship.pdf (data obrashcheniya: 10.07.2018).

13. Nuseed: HyTTec® – Your new breed of TT canola: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.nuseed.com/au/products/canola/hyttec/> (data obrashcheniya: 10.07.2018).

14. Grainnews. SU-tolerant canola from Cibus canola: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.grainnews.ca/2016/11/30/cibus-develops-sulfonylurea-tolerant-su-canola/> (data obrashcheniya: 10.07.2018).

15. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA): [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/cropslist/default.asp> (data obrashcheniya: 10.07.2018).

16. GM crop area at 190 million hectares worldwide in 2017 canola: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.thehindubusinessline.com/economy/agri-business/gm-crop-area-at-190-million-hectares-worldwide-in-2017-says-isaaa-report/article24264806.ece> (data obrashcheniya: 10.07.2018).

17. Goncharov S.V., Gorlova L.A. Sroki sortosmeny maslichnykh kul'tur na primere rapsa yarovogo // Rol' agrarnoy nauki v razvitiy APK RF: Mat-ly mezhdunarod. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 105-letiyu FGBOU VO Voronezhskiy GAU. – FGBOU VO VGAU im. Imperatora Petra I, 2017. – S. 99–104.

18. Winter canola extension canola: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://canola.okstate.edu/> (data obrashcheniya: 1.07.2018).

Получено: 01.08.2018

Принято: 06.11.2018

Received: 01.08.2018

Accepted: 06.11.2018