УДК 631.5

Ю.А. Гордеев

ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ПРИРОДНЫМ СТРЕССАМ ПРИ ВНЕДРЕНИИ В ПРОИЗВОДСТВО ЭКОЛОГО-АДАПТИВНЫХ (ПРОТИВОСТРЕССОВЫХ) АГРОНАНОТЕХНОЛОГИЙ

Современная технология возделывания с.-х. культур, основанная на максимальной интенсификации земледелия, влечет за собой резкое ухудшение окружающей среды и подавление механизмов ее саморегуляции. Дальнейшее наращивание доз химических удобрений, интенсивная обработка почвы и мелиорация приводят к угнетению растений, снижают устойчивость агроценозов к абиотическим и биотическим стрессам. Целью работы являлось изучение проблем адаптации современного сельского хозяйства к неблагоприятным природным стрессам при внедрении в производство эколого-адаптивных (противострессовых) агронанотехнологий на примере Смоленской области. Объектом исследования являлось сельское хозяйство Смоленской области за последние тридцать лет с учетом динамики изменений неблагоприятных климатических стрессов в условиях интенсификации земледелия и применения агронанотехнологий. Проведенный по многолетним данным анализ произошедших в Смоленской области природных стрессов показывает, что на ее территории имеют место различные опасные и неблагоприятные природные явления, которые оказывают негативное влияние на с.-х. производство Смоленской области, а ущерб от их действия составляет более 40 млн рублей в год. Исходя из этого, предлагается применять адаптационные агронанотехнологии, которые основываются на механизме формирования при неблагоприятных условиях протонного барьера на плазмалемме корневых клеток и его разрушения слабыми электромагнитными полями, что позволяет в неблагоприятных погодных условиях регулировать поступление в растения воды, элементов питания, солнечной энергии, токсичных веществ и т.д. Комплексное применение указанных выше технологий в системе севооборотов Нечерноземной и других зон ЦФО, особенно в условиях глобального изменения климата и роста природных стрессов, может стать средством адаптации земледелия и получения достаточного количества продуктов питания высокого качества.

Природные стрессы, агронанотехнологии.

Введение

История мирового земледелия свидетельствует, что эта древнейшая отрасль человеческой деятельности наиболее бурно развивалась в последние столетия, когда после мрачного Средневековья зарождались и процветали естественные науки. Средние урожаи зерновых, равные в XV–XVII вв. 6–7 ц/га, выросли в индустриально развитых странах в XIX в. до 16 ц/га, в середине XX в. достигли 30–40 ц/га и в начале XIX в. превышают 60–70 ц/га. Но и этого недостаточно для обеспечения потребностей все возрастающей численности населения планеты.

На сегодняшний день земледелие остается одной из отраслей с наиболее низкой наукоемкостью, что определяет отставание агрономии в целом. Отрасль, базирующаяся на использовании растениями практически неограниченных и экологически безопасных ресурсов солнечной энергии, оказалась не только энергорасточительной, требующей все возрастающих затрат невосполнимой энергии, но и экологически опасной.

Современная интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур достигла предела в экологическом, энергетическом и продукционном аспектах. То есть дальнейшая индустриализация земледелия влечет за собой резкое ухудшение окружающей среды и подавление механизмов ее саморегуляции, неоправданный рост затрат невосполнимой энергии на каждую дополнительную единицу продукции. Дальнейшее наращивание таких мощных факторов интенсификации, как химические удобрения, интенсивная обработка почвы и мелиорация, приводит к угнетению культурных растений и почвенных организмов, снижает устойчивость агроценозов к абиотическим и биотическим стрессам.

В связи с этим все большее значение в обеспечении устойчивого роста урожайности сельскохозяйственных культур приобретают факторы внешней среды (засуха, морозы, сумма активных температур, переувлажнение и т.д.), оптимизировать которые за счет техногенных средств интенсификации практически невозможно.

Нет сомнения, что современная теоретическая агрономия должна обеспечивать системный подход к использованию биологических, техногенных и природных факторов на основе познания фундаментальных законов развития живой и неживой природы. В настоящее время наиболее острой проблемой является адаптация земледелия к многочисленным неблагоприятным факторам окружающей среды.

Целью работы являлось изучение проблем адаптации современного сельского хозяйства к не-

благоприятным природным стрессам при внедрении в производство эколого-адаптивных (противострессовых) агронанотехнологий на примере Смоленской области.

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлось сельское хозяйство Смоленской области за последние тридцать лет с учетом динамики изменений неблагоприятных климатических стрессов в условиях интенсификации земледелия и применения эколого-адаптивных (противострессовых) агронанотехнологий.

Основным методом исследования являлся анализ статистических данных по АПК Смоленской области и Нечерноземной зоны ЦФО России.

Результаты и их обсуждение

Сельскохозяйственное производство объективно связано с множеством стрессов. Среди них особое место занимают природные стрессы, обусловленные частой непредсказуемостью природных явлений и погодных условий. В результате природных стрессов, вызываемых гидрометеорологическими явлениями, сельскому хозяйству наносится значительный материальный ущерб из-за гибели или снижения урожайности сельскохозяйственных культур.

Наибольший ущерб наносят засухи, число которых в последние столетия резко возросло. В России в XI в. было 8 сильных засух, в XII, XIII, XIV и XV в. – по 12, в XVI – 20, в XVII – 21, в XVIII – 34, в XX – 60 сильных и средних засух. Борьба с засухами всегда была жизненно важной задачей земледелия.

Уже в ближайшие десятилетия температура на Земле, по многочисленным прогнозам, повысится на 2–4°С, причем в приполярных районах Земли повышение может превысить 10 °С. Это, бесспорно, приведет к экологическому кризису на планете. Предсказывается гибель трети растительного мира. Так, ученые США подсчитали, что повышение температуры на 1 градус снижает урожай зерна на 10 %. Жестокие испытания ждут агросистемы, которые совершенно не готовы к подобным катаклизмам, особенно в России с ее разрушенной экономикой.

Поэтому не случайно ученые все настойчивее высказывают необходимость разработки новых подходов к земледелию, обеспечивающих максимальное снижение степени зависимости величины и качества урожая от погодных условий. При этом нецелесообразно ориентироваться на дальнейшее увеличение применения агрохимикатов и технологий, приводящих к загрязнению окружающей среды и ускоряющих приближение природных катастроф.

По данным Минсельхоза России, за последние 5 лет среднегодовой ущерб, нанесенный сельскому хозяйству ЦФО Российской Федерации неблагоприятными погодными ситуациями составил 3,3 млрд руб., а общий ущерб за указанный период – 16,5 млрд руб. Наибольший ущерб наносится из-за аномальных колебаний температуры и переувлажнения. Ущерб, нанесенный сельскому хозяйству ЦФО России неблагоприятными погодными условиями, представлен в табл. 1, а среднегодовая площадь гибели сельскохозяйственных культур за указанный период в разрезе областей Нечерноземной зоны ЦФО России показана на диаграмме 1 [1].

Таблица 1

Ущерб, нанесенный сельскому хозяйству ЦФО России неблагоприятными погодными условиями

Год	Засуха	Аномальные колебания, t	Ветер	Дожди	Град
2009	–	191905 / 1521100	1500 / 8308	166396 / 1164772	28400 / 130152
2010	–	227600 / 1818369	–	81000 / 522024	72069 / 415220
2011	–	781560 / 5288046	10000 / 51070	359474 / 1787752	76100 / 468970
2012	67645 / 600151	–	–	127051 / 460092	767 / 6389
2013	–	101,9 / 752500	–	159,1 / 1461200	–

Примечание. Числитель – тыс. га; знаменатель – тыс. руб.

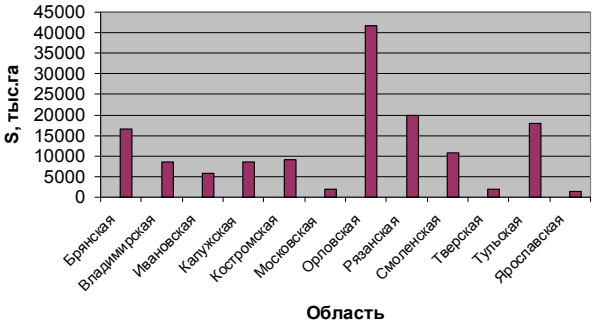

Рис. 1. Среднегодовая площадь гибели сельскохозяйственных культур от неблагоприятных погодных условий в ЦФО России за 2009–2013 годы, тыс. га

Как видно из представленной диаграммы, наибольшая площадь гибели сельскохозяйственных культур наблюдается в Орловской, Рязанской, Тульской и Брянской областях, несколько меньше – в Смоленской, Калужской и Костромской.

По почвенно-климатическим условиям Смоленская область является типичной для Нечерноземной зоны Российской Федерации.

На 1 января 2014 года площадь сельскохозяйственных угодий Смоленской области составила 1698,3 тыс. га, в том числе пашня – 1234,4 тыс. га, сенокосы и пастбища – 439,1 тыс. га, в то время как посевная площадь составляет 490,6 тыс. га. Таким образом, на сегодняшний день фактически используется менее 40 % пашни.

Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур Смоленской области во всех категориях хозяйств выглядит следующим образом: зерновые и зернобобовые – 97,1 тыс. га (21,5 %); технические культуры – 14,0 тыс. га (3,1 %); картофель и овощи – 2,6 тыс. га (5,0 %); кормовые культуры – 317,3 тыс. га (70,4 %).

Структура посевных площадей указанных культур по категориям хозяйств под урожай 2014 года

говорит о том, что основные объемы производства зерновых и зернобобовых, а также кормовых культур сосредоточены в сельскохозяйственных организациях, а картофеля и овощей – в крестьянских (фермерских) хозяйствах и хозяйствах населения [2].

Проведенный по многолетним данным анализ произошедших в Смоленской области природных стрессов показывает, что на ее территории имеют место различные опасные и неблагоприятные природные явления, и в частности переувлажнение почвы, частые дожди и повышенная влажность воздуха, поздние весенние и ранние осенние заморозки, сильные морозы (ниже –30 ºС), засушливые явления, сильные ветры и дожди, град, сильные метели и снегопады, наводнения, паводки, лесоторфяные пожары и др. Все они оказывают негативное влияние на сельскохозяйственное производство Смоленской области.

При этом необходимо отметить, что количественные параметры природных стрессов, их повторяемость и негативные последствия на территории области различаются и носят зональный характер. Например, степень переувлажнения земель, сильные снегопады и морозы, их продолжительность в северо-западной и северо-восточной зонах выше, чем в южной зоне. Напротив, в южной зоне чаще и продолжительнее наблюдаются засушливые явления, сильный ветер, грозы с выпадением града.

Перечень наиболее распространенных природных стрессов приведен в табл. 2, из которой видно, что наибольший ущерб по данным многолетних наблюдений приносит переувлажнение почвы [3].

В Смоленской области на посевной площади, составляющей менее 40 % от всей имеющейся пашни, среднегодовой ущерб от гибели или недобора урожая от природных стрессов и неблагоприятных погодных явлений составляет более 40 млн рублей, что составляет более 18 % бюджета АПК области.

Ежегодный ущерб, причиняемый сельхозорганизациям Смоленской области за период с 2002 по 2010 г., представлен в табл. 3 [2].

Наибольший ущерб сельскохозяйственному производству был нанесен в 2005 и 2008 гг. из-за переувлажнения почвы и комплекса неблагоприятных погодных явлений – частых дождей в сочетании с повышенной влажностью воздуха. Названные причины вызвали прекращение уборочных и других полевых работ и привели практически к полной гибели сельскохозяйственных культур в хозяйствах Смоленской области. В 2008 г. к тому же имел место недостаток почвенной влаги в период сева озимых зерновых культур и очень холодный зимний период, что также привело к частичной гибели посевов озимых зерновых культур. В 2002 и 2004 гг. на территории Смоленской области, в большей мере в южной и центральной ее части, также сложилось опасное агрометеорологическое явление – почвенная засуха. В течение всего вегетационного периода на территории области наблюдался повышенный температурный режим и недобор осадков.

Таблица 2

Перечень наиболее неблагоприятных гидрометеорологических явлений, наносящих ущерб АПК Смоленской области

ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЕ в осенний и весенний период в сочетании с большой облачностью и влажностью. 25 лет из 100 лет – избыточно увлажнены 10 лет из 100 – влажные 5 лет из 100 – засушливые
ЗАМОРОЗКИ Поздние весенние – 1 раз в 3 года Ранние осенние – 1 раз в 4 года
СИЛЬНЫЕ МОРОЗЫ ($t \geq 30$ ºС) 1 раз в 3–5 лет
ПОЧВЕННАЯ ЗАСУХА 2–3 раза в 10 лет в южной части области 1–2 раза в 10 лет в других районах на суглинистых почвах
АТМОСФЕРНАЯ ЗАСУХА (относительная влажность воздуха менее 30 %) 1–2 раза в 10 лет до 10 дней в год
СУХОВЕЙ (дефицит влажности и ветер) 3–4 раза в год
СИЛЬНЫЕ ВЕТРЫ ($V \geq 15$ м/с) Ежегодно, 3–5 раз
ГРАД Ежегодно 2–4 раза
МЕТЕЛИ Ежегодно от 21 до 34 дней

В зависимости от погодных условий гибель и урожайность сельскохозяйственных культур по годам изменяется значительно. Редки годы, когда погодные условия благоприятны для всех выращиваемых культур. Из всех выращиваемых культур в меньшей степени подвержены воздействию погодных условий многолетние травы, особенно естественных лугов.

Проведенные нами исследования показали, что в большинстве сельскохозяйственных организаций Смоленской области на долю погодных условий приходится 40–50 % общей амплитуды колебаний урожайности сельскохозяйственных культур и лишь около половины посевных площадей обеспечивают сбор гарантированных урожаев.

На представленной ниже карте природно-экономических зон Смоленской области видно, что наибольшая площадь гибели сельскохозяйственных культур наблюдается в Северо-Западной и Северо-Восточной зонах, меньше – в Центральной и Южной зонах (рис. 2) [2].

Несмотря на совершенствование подходов к размещению сельскохозяйственных культур, агротехники их возделывания, влияние погоды на урожай остается весьма значимым. Именно погодные условия определяют агротехнику (сроки посева, норму высева, глубину заделки семян и т.д.), а при их прогнозируемом изменении должна меняться и структура посевных площадей и агротехника, проводится другие, соответствующие изменяющейся обстановке, мероприятия.

Таблица 3

Ущерб, причиненный сельхозорганизациям Смоленской области неблагоприятными погодными условиями, тыс. руб.

Год	Растениеводство (затраты по погибшим посевам)	Субсидии из областного бюджета	Субсидии из федерального бюджета	Всего субсидий	Условные бюджетные потери, %
2002	20568	46356	19375	65731	31
2003	6275	77521	11476	88997	7
2004	20777	75500	24548	100048	21
2005	67488	88962	46725	135687	50
2006	4684	134353	46434	180787	3
2007	7513	125889	27661	153550	5
2008	222562	206321	99273	305594	73
2009	206	192384	121584	313968	–
2010	26690	494599	392000	886599	3
В среднем за год	41862	160209	87675	247885	17

Кроме этого, предлагается применять адаптационные агронанотехнологии, которые основываются на механизме формирования при неблагоприятных условиях протонного барьера на плазмалемме корневых клеток и его разрушения слабыми электромагнитными полями. Суть этого механизма заключается в том, что при засухе или других отрицательных климатических факторах в корневых клетках активизируются метаболические процессы, усиливающие выделение Н-ионов, которые накапливаются на наружной стороне мембраны (на внутренней, соответственно, анионы). В силу физических законов на наружной стороне клеточной мембраны формируется диффузный двойной электрический слой с протонной основой. В зависимости от степени и длительности действия стресс-фактора участие этого слоя в проницаемости мембраны может изменяться от частичного до полного. В последнем случае растения гибнут [4].

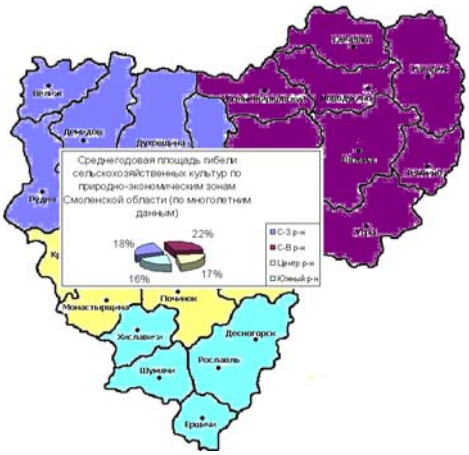

Рис. 2. Карта природно-экономических зон Смоленской области

Знание данного механизма позволяет в неблагоприятных погодных условиях регулировать поступление в растения воды, элементов питания, солнечной энергии, токсичных веществ и т.д. Следовательно, появляется возможность активно влиять на величину и качество урожая в конкретных климатических условиях традиционными и биофизически обоснованными агроприемами.

Были разработаны, апробированы на практике и рекомендованы производству следующие эколого-адаптивные ресурсосберегающие агронанотехнологии [5]:

1. *Предпосевная обработка семенного материала гелиевой плазмой.* Увеличивает урожайность основных сельскохозяйственных культур и многолетних трав в 1,5–2 раза, повышает устойчивость растений против неблагоприятных факторов внешней среды и болезней [6].

2. *Вспашка с одновременным щелеванием подпахотного слоя.* Дает прибавку урожайности от 12 до 20 %, увеличивает и оптимизирует корнеобитаемую зону сельскохозяйственных культур, улучшает их жизненные процессы в стрессовых условиях окружающей среды.

3. *Биофизически обоснованное локальное (в виде жгута) внесение малых доз минеральных удобрений.* Позволяет без потерь урожая снизить внесение минеральных удобрений не менее чем на треть. При этом повышается устойчивость растений к неблагоприятным природным факторам, снижается содержание нитратов и тяжелых металлов в продукции, существенно уменьшаются экологические последствия, возрастает экономическая эффективность.

4. *Нейтрализация кислых почв электрическим полем.* В настоящее время нейтрализацию кислых почв производят путем внесения в пахотный слой 5–7 т/га и более известковых удобрений. Электронейтрализация почв – экологически безопасный прием, который может дать экономический эффект при замене традиционного известкования около 5 тыс. рублей с гектара. Данная технология позволяет выживать растениям при дефиците влаги и при переувлажнении почвы.

Комплексное применение указанных адаптационных ресурсосберегающих агронанотехнологий в системе севооборотов Нечерноземной и других зон ЦФО, особенно в условиях глобального изменения климата и роста природных стрессов, может стать единственным средством адаптации земледелия и

получения достаточного количества продуктов питания высокого качества.

В каждом регионе должны быть свои, отвечающие местным условиям, модификации эколого-адаптивных (противострессовых) агротехнологий. Тем не менее, все они будут основаны на использовании мембранного механизма корневых клеток, отвечающего за устойчивость растительного организма против неблагоприятных факторов среды и за его адаптационные возможности.

Выводы

Таким образом, приведенные изменения агроклиматических условий на территории Смоленской области за последние 30 лет свидетельствуют о необходимости более активной работы по адаптации регионального АПК и выработке соответствующей стратегии развития сельскохозяйственного производства.

На основе проведенных исследований и наблюдений необходимо пересматривать размещение посевов сельскохозяйственных культур, системы земледелия, агротехнологии и специализацию производства с учетом рисков землепользования. Необходимо выявлять и учитывать степень влияния важнейших климатических, почвенных и экономических факторов при возделывании ведущих сельскохозяйственных культур.

Необходимо расширять посевы более теплолюбивых и более урожайных культур или сортов, а также посевов сои. В районах Южной зоны наиболее благоприятные условия для возделывания пшеницы и пропашных культур. Центральная зона благоприятна для возделывания зерновых и пропашных культур. Северо-Западная и Северо-Восточная – для возделывания льна.

Сельскохозяйственному производству любого уровня всегда был присущ консерватизм, который необходимо научиться преодолевать без команды сверху. Именно он в значительной мере был причиной того, что вся история развития сельскохозяйственного производства сопровождалась кризисами, в основе которых лежала неспособность существующих систем земледелия обеспечить продуктами питания неуклонно растущее население.

Список литературы

1. Плющиков, В.Г. Экономическая эффективность комплекса мероприятий по снижению рисков от чрезвычайных ситуаций в сельском хозяйстве (на примере Смоленской области) / В.Г. Плющиков, В.В. Ковалев, Д.Н. Говоров // Научные труды Российской инженерной академии менеджмента и агробизнеса. – Вып. 9. – М.: Минсельхоз России, ФГОУ «РИАМА», 2008. – С. 108–123.

2. Сайт Департамента Смоленской области по сельскому хозяйству и продовольствию. – Режим доступа: http://selhoz.admin-smolensk.ru/

3. Агроклиматические ресурсы Смоленской области: справочник / Северо-Западное управление гидрометеорологической службы. – Смоленск, 1970.

4. Гордеев, А.М. Оптимизация минерального питания растений при неблагоприятных факторах среды: монография / А.М. Гордеев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 144 с.

5. Гордеев, А.М. Биофизические основы эколого-адаптивного земледелия: монография / А.М. Гордеев. – Смоленск: Смядынь, 1999. – 316 с.

6. Гордеев, Ю.А. Стимулирование биологических процессов в семенах растений излучениями низкотемпературной плазмы: монография / Ю.А. Гордеев. – Смоленск: Универсум, 2008. – 196 с.

ФГБОУ ВПО «Смоленский государственный университет»,
214000, Россия, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4.
Тел.: (4812) 70-02-01, факс: (4812) 38-31-57,
e-mail: rectorat@smolgu.ru

SUMMARY

Yu.A. Gordeev

PROBLEMS OF ADAPTATION OF AGRICULTURE OF THE SMOLENSK REGION TO ADVERSE NATURAL STRESS DURING THE ADOPTION OF ENVIRONMENTAL-ADAPTIVE (ANTISTRESS) AGROBOTANICI IN MANUFACTURE

Modern technology of agricultural crop cultivation based on the maximum intensification of agriculture entails a sharp environmental deterioration and the suppression of its regulation mechanisms. Further build-up of chemical fertilizer doses, intensive tillage and land reclamation leads to the inhibition of plants, reduces the sustainability of agricultural lands to abiotic and biotic stresses. The purpose of work was studying the problems of adaptation of modern agriculture to adverse natural stress while introducing environmental-adaptive (antistress) agronanotechnologies in case of the production process in case of the Smolensk region. The object of the research was the Smolensk region agriculture over the recent thirty years, with reference to the dynamics of climatic stress changes under the intensification of agriculture and the application of agronanotechnologies. Long-term data analysis of natural stress

occurred in the Smolensk region, shows that on this territory there are various hazardous and adverse natural events which have a negative impact on agricultural production of the Smolensk region, the damage being more than 40 million rubles a year. On this basis it is proposed to apply adaptive agronanotechnologies, which are based on the mechanism of proton barrier formation under adverse conditions on the plasma membrane of root cells and its destruction by weak electromagnetic fields, which allows to regulate coming of water, nutritional elements, solar energy, toxic substances, etc into plants in adverse weather conditions. Complex application of the above technologies in the crop rotation system of Non-Black Earth Belt and other zones of Central Federal Region, especially under conditions of global climatic change and rising natural stress, can be a means of adaptation of agriculture and obtain sufficient food of good quality.

Natural stress, agronanotechnologies.

References

1. Plushikov V.G., Kovalev V.V., Govorov D.N. Economic efficiency of package of measures to reduce risks from disasters in agriculture (by the example of the Smolensk region). *Scientific works of the Russian engineering Academy of management and agribusiness*, 2008. no. 9, pp. 108-123. (In Russian).

2. *Sajt Departamenta Smolenskoj oblasti po sel'skomu hozjajstvu i prodovol'stviju* (Site of Department of Smolensk area about agriculture and food)Available at:http://selhoz.admin-smolensk.ru/(accessed 7 July 2014).

3. *Agroklimaticheskie resursy Smolenskoi oblasti* [Agroclimatic resources of the Smolensk region]. Smolensk, North-West administration of hydrometeorological service, 1970.200 p.

4. Gordeev A.M. *Optimizatsiia mineral'nogo pitaniia rastenii pri neblagopriiatnykh faktorakh sredy* [Optimization of mineral nutrition of plants under unfavorable factors of environment]. Moscow, Agropromizdat, 1991. 144 p.

5. Gordeev A.M. *Biofizicheskie osnovy ekologo-adaptivnogo zemledeliia* [Biophysical fundamentals of environmental-adaptive farming]. Smolensk, Smyadyn, 1999. 316 p.

6. Gordeev Y.A. *Stimulirovanie biologicheskikh protsessov v semenakh rastenii izlucheniiami nizkotemperaturnoi plazmy* [Stimulating biological processes in the seeds of plants radiation of low-temperature plasma]. Smolensk, Universum, 2008. 196 p.

Smolensk state University,
4, Przhevalsky street, Smolensk, 214000 Russia.
Phone: (4812) 70-02-01, fax: (4812) 38-31-57,
e-mail: rectorat@smolgu.ru

Дата поступления: 06.06.2014