

4. Егорова, Г.С. Многолетние травы как восстановители почвенного плодородия и основа кормопроизводства / Г.С. Егорова, Л.В. Петрунина // Плодородие. — 2008. — № 6. — С. 38–39.
5. Иванов, Д.А. Ландшафтно-мелиоративные системы земледелия (прикладная агрогеография) / Д.А. Иванов, Н.Г. Ковалев // Монография. — Тверь, издатель А.Н. Кондратьев. — 2017. — 310 с.
6. Иванов, Д.А. Влияние агроландшафтных условий на водный режим осушаемых земель Нечернозёмной зоны России / Д.А. Иванов, М.В. Рублюк, О.В. Карасева // Достижения науки и техники АПК. — 2018. — № 8, том 32. — С. 5–8.
7. Митрофанов, Ю.И. Плотность и водно-воздушный режим осушаемых почв определяют их продуктивность // Мелиорация и водное хозяйство. — 2012. — № 2. — С. 16–19.
8. Шейн, Е.В. Агрофизика/ Е.В. Шейн, В.М. Гончаров. — Ростов н/Д.: Феникс, 2006. — 400 с.
2. Gaitov, T.A. Produktivnost' i pochvouluchshayushaya rol' mnogoletnix trav v stepi Bashkirkogo Predural'ya / T.A. Gaitov // Zemledelie. — 2008. — № 8. — С. 16–17.
3. Derzhavin, L.M. Ob uchete fizicheskix svoystv pri monitoringe ix plodorodiya/ Л.М. Derzhavin // Plodorodie. — 2006. — № 1. — С. 6.
4. Egorova, G.S. Mnogoletnie travy' kak vosstanoviteli pochvennogo plodorodiya i osnova kormoproizvodstva / G.S. Egorova, L.V. Petrunina // Plodorodie. — 2008. — № 6. — С. 38–39.
5. Ivanov, D.A. Landshaftno-meliorativny'e sistemy zemledeliya (prikladnaya agrogeografiya) / D.A. Ivanov, N.G. Kovalev // Monografiya. — Tver', izdatel' A.N. Kondrat'ev. — 2017. — 310 s.
6. Ivanov, D.A. Vliyanie agrolandshaftny'x uslovij na vodny'j rezhim osushaemy'x zemel' Nечernozyomnoj zony' Rossii / D.A. Ivanov, M.V. Rublyuk, O.V. Karaseva // Dostizheniya nauki i texniki APK. — 2018. — № 8, tom 32. — С. 5–8.
7. Mitrofanov, Yu.I. Plotnost' i vodno-vozdushny'j rezhim osushaemy'x pochv opredelyayut ix produktivnost' // Melioraciya i vodnoe xozjaystvo. — 2012. — № 2. — С. 16–19.
8. Shein, E.V. Agrofizika/ E.V. Shein, V.M. Goncharov. — Rostov n/D.: Feniks, 2006. — 400 s.

**LIST OF SOURCES**

1. Voronkova, N.A. Vliyanie priemov biologizacii na zapasy produktivnoj vlagi v pochve / N.A. Voronkova // Zemledelie. — 2009. — № 1. — С. 11–12.

**В.Т. Синеговская, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ**  
**О.С. Душко**

*Всероссийский научно-исследовательский институт сои*  
*РФ, 675027, г. Благовещенск, Игнат'евское шоссе, 19*  
 E-mail: amursoja@gmail.com

УДК 581.19:633.852.52:535

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/29-32

**ВЛИЯНИЕ КВАНТОВ СВЕТА НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН  
 В УСЛОВИЯХ ГЕРБИЦИДНОЙ НАГРУЗКИ**

*Представлены результаты исследований работы фотосистемы II в листьях сои под влиянием гербицидов, используемых в посевах для борьбы с сорной растительностью. От процесса усвоения квантов света, обеспечивающих образование органических веществ в листьях и их отток в семена, зависит биохимический состав последних. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии воздействия гербицидов на содержание белка в семенах. Наибольшее его количество (40,8%) в среднем за 4 года исследований получено в семенах растений контрольного варианта, самым низким (37,5%) этот показатель был при внесении Фронт'ера в почву. Однако на квантовый выход фотосинтеза Фронт'ер не оказал отрицательного воздействия. Отмечено положительное воздействие Пивота, Фабиана и Пульсара через месяц после их применения в фазе образования бобов, у растений этих вариантов опыта показатель квантового выхода фотосинтеза достигал оптимальных значений. Максимальным он был в варианте с применением гербицида Пивот, что указывает на его стимулирующее воздействие в остаточных количествах на поглощение квантов света. При этом увеличение квантового выхода фотосинтеза повысило содержание в семенах аминокислот лейцина, изолейцина и аргинина по сравнению с контролем. Отмечена тенденция к снижению (на 0,01–0,06%) содержания фосфора во всех вариантах с применением гербицидов по сравнению с контролем. Количество калия под влиянием Фронт'ера увеличилось на 0,12% относительно контроля. На другие показатели биохимического состава семян сои гербициды не оказали большого влияния. Не выявлено существенной зависимости биохимического состава семян сои от квантового выхода фотосинтеза, за исключением отдельных показателей содержания аминокислот при использовании Пивота, стимулирующего процесс усвоения солнечной энергии.*

**Ключевые слова:** соя, квантовый выход фотосинтеза, гербициды, белок, биохимический состав, семена

**V.T. Sinegovskaya, Academician of RAS, Honored scientist Worker of the Russian Federation**  
**O.S. Dushko**

*All-Russian Research Institute of Soybean*  
*RF, 675027, g. Blagoveshchensk, Ignat'evskoye shosse, 19*  
 E-mail: amursoja@gmail.com

**INFLUENCE OF LIGHT QUANTUM ON SEED BIOCHEMICAL COMPOSITION  
 UNDER HERBICIDE LOAD**

*The results of research of photosystem II in the soybean leaves under the influence of herbicides used in crops for weed control are presented. The biochemical composition of the latter depends on the process of assimilation of light quanta, ensuring the formation of organic substances in the leaves and their outflow into the seeds. The results indicate the effect of herbicides on the protein content in the seeds.*

The highest protein content (40.8%) on average for 4 years of research, was obtained in the seeds of plants of the control variant, the lowest (37.5%) this indicator was, when using Frontier into the soil. However, Frontier did not impact on the quantum yield of photosynthesis in a negative way. A positive impact of Pivot, Fabian and Pulsar was noted a month after their application, in the bean formation phase, of plants of these experimental variants, on the quantum yield of photosynthesis, which reached the optimal parameters (0.700-0.800 units). The highest rate (0.841 units) of the quantum yield of photosynthesis was in the variant with the use of Pivot herbicide, which indicates its stimulating effect in residual quantities on the absorption of quanta of light. At the same time, an increase in the quantum yield of photosynthesis raised the content of amino acids leucine, isoleucine, and arginine, in the seeds, compared with the control. A decreasing trend (by 0.01-0.06%) in the phosphorus content in all variants with the application of herbicides, in comparison with the control, was noted. The content of potassium under the influence of Frontier, grew on 0.12% relative to the control. Herbicides did not have a significant effect on other indicators of the biochemical composition of soybean seeds. There was no significant dependence of the biochemical composition of soybean seeds on the quantum yield of photosynthesis, with the exception of some individual indicators of amino acid content using Pivot, which stimulates the process of assimilation of solar energy.

**Key words:** soybean, quantum yield of photosynthesis, herbicides, protein, biochemical composition, seeds/

Известно, что соя обладает уникальным для растений сочетанием масличности и белковости с наличием ценных витаминов и зольных элементов. В семенах этой культуры содержится 24...47% протеина, 16...25% жира, 20...32% углеводов. Жир и протеин в сумме составляет 50...60% массы семян. [12] Поскольку качество семян зависит, в первую очередь, от поступающих в них продуктов фотосинтеза, то очень важно знать факторы, влияющие на фотосинтетические процессы. [5, 2, 9, 14, 8] Основной фотосинтезирующий орган у бобовых культур — лист, поэтому в исследованиях большое внимание уделяется изучению фотосинтезирующей поверхности листа и степени усвоения им солнечной энергии. [13, 3, 4] Результаты исследований подтверждают, что для активного фотосинтеза необходим целый комплекс внешних и внутренних факторов. [7, 10] Растения взаимодействуют со сложными системами, многие из которых регулировать практически невозможно. Вместе с тем, на основании анализа природно-климатических условий можно вести подбор адаптированных сортов и разрабатывать технологии их возделывания. Для этого требуются систематические исследования и наблюдения за развитием растений, ходом формирования и работой фотосинтетического аппарата в соответствии с заранее заданными параметрами. Ранее сотрудниками ВНИИ сои установлено, что в период образования и налива семян 70% азота трансформируется из листьев, 20% из стеблей и только 10% непосредственно из корневой системы и клубеньков. [11] Следовательно, основная роль в накоплении семенами питательных веществ принадлежит листовой поверхности. Поскольку хлорофилл — главный фоторецептор, улавливающий, поглощающий и передающий энергию квантов света в реакционные центры [6, 1], то для определения условий, обеспечивающих оптимальный уровень показателей флу-

ориметрии важно изучение особенностей работы в листьях сои фотосистемы II, которая как улавливает определенный спектр света, так и отражает его. К таким показателям относятся: квантовый выход фотосинтеза (Y), который характеризует долю усвоенных фотонов, пошедших на фотохимические процессы, в общем количестве поступивших в систему. Этот показатель можно определять в полевых условиях с помощью прибора MINI-PAM (рис. 1). Полученные сведения позволяют судить об интенсивности фотосинтетических процессов и, в конечном итоге, сравнивать их с содержанием питательных веществ, накопившихся в семенах.

Цель исследований — изучение работы фотосистемы II в листьях сои в зависимости от действия гербицидов и ее роли в формировании биохимического состава семян.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2010–2011 и 2015–2016 годах. Изучали развитие сои сорта *Гармония* в мелкоделяночных опытах. Почва — луговая черноземовидная с содержанием гумуса до 3,6%, гидролитической кислотностью — 6 мг-экв/100 г почвы, подвижного фосфора — 36,8 мг/кг, калия — 200 мг/кг почвы. Схема опыта включала пять вариантов применения гербицидов разных химических классов и контроль. Посевы сои в фазе 2-3-го тройчатого листа у культуры обрабатывали следующими гербицидами: Базагран (д.в. — *бентазон* 480 г/л) — 2 л/га; Пивот (д.в. — *имазетапир* 100 г/л) — 0,7 л/га; Пульсар (д.в. — *имазамокс* 40 г/л) — 0,8 л/га и Фабиан (д.в. — *имазетапир* 450 г/кг + *хлоримурон-этил* 150 г/кг) — 100 г/га. Почвенный гербицид Фронтьер (д.в. — *диметенамид* — *P 720 г/л*) в дозе 1,2 л/га вносили за два дня до посева сои с заделкой боронами. Повторность опыта — четырехкратная, площадь делянки 50 м<sup>2</sup>, их расположение рендомизированное, предшественник — пшеница. Квантовый выход фотосинтеза фиксировали прибором MINI-PAM до обработки гербицидами, через три часа, спустя неделю (в фазе 4-5 тройчатого листа) и месяц (в фазе образования бобов) после обработки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Растения сои до обработки гербицидами существенно не различались по показателям квантового выхода фотосинтеза (Y) — 0,640...0,660 ед. во всех вариантах опыта. Это подтверждает равнозначные условия по освещенности листьев для поглощения квантов света в посевах (рис. 2).

Через три часа после обработки посевов гербицидами, произошли изменения в показателях работы фотосистемы II. Под действием Базаграна на фоне

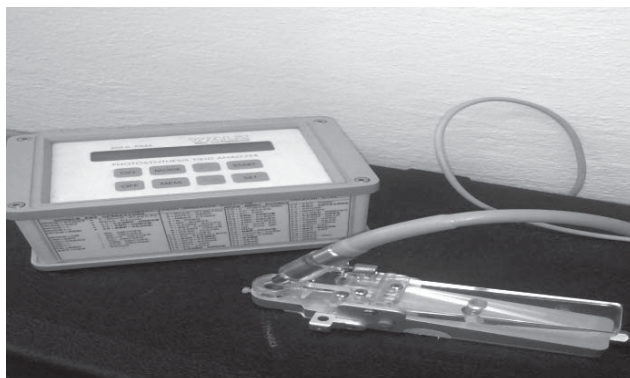


Рис. 1. Портативный прибор MINI-PAM для измерения показателей флуориметрии.

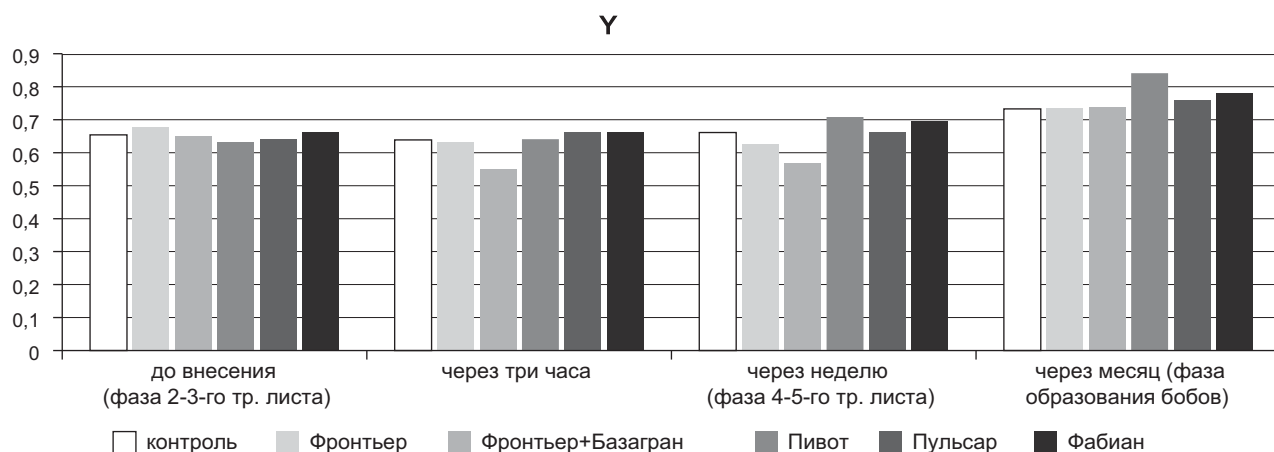


Рис. 2. Квантовый выход фотосинтеза (Y) в листьях сои, среднее за годы исследований.

почвенного внесения Фронт'ера значительно снизился показатель квантового выхода фотосинтеза. Возможно, гербицид Базагран, обладая выраженным контактным действием, не только уничтожает двудольные сорные растения, но и проникает в листья растений сои, оказывая отрицательное влияние на процессы фотосинтеза. Наше предположение основано на свойствах действующего вещества Базагран – бентазона, подавлять и блокировать процессы фотосинтеза у сорных растений. В остальных вариантах опыта у растений сои не было выявлено существенных различий по показателям квантового выхода фотосинтеза в сравнении с контролем.

Спустя неделю после обработки посевов Пивотом и Фабианом, в фазе 4-5-го тройчатого листа отмечена тенденция к увеличению квантового выхода фотосинтеза относительно контроля. Гербицид Базагран на фоне Фронт'ера, а также Пульсар более длительно отрицательно влияли на усвоение квантов света.

Через месяц после обработки гербицидами, в фазе образования бобов, в листьях растений всех вариантов опыта квантовый выход фотосинтеза достигал оптимальных значений (0,730...0,841), что свидетельствует о способности растений сои стабилизировать работу фотосистемы после применения в посевах гербицидов. Максимальным данный показатель был в варианте с Пивотом, этот гербицид оказывает стимулирующее воздействие в остаточных количествах на поглощение квантов света. Следовательно, с помощью флуориметрии можно не только определить, но и предупредить стресс.

Анализ биохимического состава семян сои показал, что использование гербицидов во всех вариантах опыта привело к снижению содержания в них белка (см. таблицу). Наибольшее его количество (40,8%) выявлено в семенах растений контрольного варианта, меньше (37,5%) – в семенах при внесении

Фронт'ера в почву. В других вариантах опыта отмечено снижение под воздействием гербицидов содержания белка в семенах относительно контроля.

Количество жира в семенах было максимальным как с внесением в почву только гербицида Фронт'ер, так и совместно с Базаграном, увеличение составило 0,6% по сравнению с контролем. В остальных вариантах отмечена тенденция к снижению содержания жира в семенах (некоторое отрицательное воздействие гербицидов).

Помимо основных показателей качества семян сои – белка и жира, проанализировано содержание жирных кислот, аминокислот и минеральных веществ.

Увеличение квантового выхода фотосинтеза под воздействием Пивота повысило содержание в семенах аминокислот: лейцина, изолейцина и аргинина, по сравнению с контролем. Применение Пивота и Базагрانا привело к некоторому снижению содержания олеиновой кислоты, количество линоленовой кислоты было на уровне контроля.

Кроме этого, отмечена тенденция к снижению содержания фосфора (на 0,01...0,06%) во всех вариантах с применением гербицидов по сравнению с контролем. Но количество калия под влиянием Фронт'ера возросло на 0,12% относительно контроля. На другие показатели биохимического состава семян сои гербициды не оказали существенного влияния.

Таким образом, выявлена существенная зависимость содержания аминокислот в семенах сои от увеличения квантового выхода фотосинтеза при использовании Пивота, стимулирующего процесс усвоения солнечной энергии. Квантовый выход фотосинтеза в фазе образования бобов был практически одинаков у растений всех остальных вариантов опыта, поэтому и биохимический состав семян отличался незначительно.

Содержание биохимических веществ в семенах сои, среднее за годы исследований

Вариант	Белок,%	Аминокислоты, % от белка			Жир,%	Жирные кислоты, % от масла		Минеральные вещества, % от АСВ	
		лейцин	изолейцин	аргинин		олеиновая	линолевая	фосфор	калий
1. Контроль	40,8	7,3	5,2	7,1	18,9	13,0	51,7	0,41	2,87
2. Фронт'ер	37,5	7,3	5,4	7,1	19,5	11,4	51,4	0,39	2,99
3. Фронт'ер +Базагран	39,3	7,6	5,2	7,3	19,5	11,0	51,6	0,40	2,86
4. Пивот	39,0	7,7	5,4	7,6	19,0	10,5	51,0	0,35	2,85
5. Пульсар	39,8	7,3	5,5	7,4	18,4	14,0	50,5	0,36	2,90
6. Фабиан	39,5	7,3	5,5	7,3	18,8	13,2	50,9	0,40	2,89

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Вежник, Ю.В. Ультраструктурная трансформация хлоропластов в листьях пшеницы в процессе адаптации к холоду /Ю.В. Вежник, В.В. Таланова, А.Ф. Титов. //Матер. Всероссийской научн. конф. «Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий». – Петрозаводск: КНЦ РАН, 2015. – 98 с.
2. Вэй, Жань. Влияние способа посева на формирование посевных качеств семян сои / Вэй Жань, О.А. Селихова, В.В. Колобов, Чжэн Хайцян// Матер. науч-практ. конф «Современные технологии производства и переработки с/х культур». – Благовещенск, 2017. – С. 152–159.
3. Гавриленко, В.Ф. Особенности фотосинтетического энергообмена у высокопродуктивных сортов пшеницы / В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова, Е.М. Бассарская. // Матер. межд. конф. «Физико-химические основы структурно-функциональной организации растений». – Екатеринбург, 2008. – С. 124–125.
4. Гатаулина, Г.Г. Системный подход к анализу динамических характеристик продукционного процесса у зерновых бобовых культур /Г.Г. Гатаулина, С.С. Соколова, М.Е. Бельшкينا// Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 69–95.
5. Кобозева, Т.П. Состав белкового комплекса семян сои северного экотипа в условиях высоких широт и ограниченного теплового ресурса / Т.П. Кобозева, М.Е. Бельшкينا, Н.П. Попова // Сб. научн. тр. ВНИИ сои «Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы». – Благовещенск, 2018. – С. 333–338.
6. Красновский, А.А. Свет и хлорофилл: Важнейшие вехи в истории ранних исследований /А.А. Красновский // Российский химический журнал. – 2017. – № 3. – С. 17–41.
7. Нестеренко, Т.В. Индукция флуоресценции хлорофилла и оценка устойчивости к неблагоприятным воздействиям / Т.В. Нестеренко, А.А. Тихомиров, В.Н. Шихов// Общая биология. – 2007. – № 6. – С. 444–458.
8. Омаров, Ф.Б. Экологические основы возделывания и качество семян сои / Ф.Б. Омаров, Р.М. Зубайров// Матер. науч.-практ. конф. «Современные проблемы региональной географии, краеведения и туризма». – Махачкала. – 2011. – С. 163–168.
9. Ран, О.П. Состояние и проблемы посевных качеств семян сои в южной зоне Амурской области / О.П. Ран // ВестникДальГАУ. – 2007. – № 2. – С. 35–40.
10. Рафальская, Н.Б. Фотосинтетическая и семенная продуктивность сои при применении приемов биологизации ее возделывания в Приамурье /Н.Б. Рафальская, В.Т. Синеговская, С.В. Рафальский// Сборник научных трудов ДальГАУ «Адаптивные технологии в растениеводстве»: ДальГАУ. – 2016. – Вып. 12. – С. 81–86.
11. Русаков, В.В. Источники азота для формирования семян сои при разных условиях выращивания / В.В. Русаков, Г.С. Посыпанов, В.Т. Синеговская // Сб. научн. Тр. «Приемы регулирования продуктивности сои». – Новосибирск: ВАСХНИЛ Сиб. отд.-ие. – 1987. – С. 109–125.
12. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник. – Благовещенск: Издательство Дальневосточного ГАУ. – 2016. – 570 с.
13. Чиков, В.И. Эволюция представлений о связи фотосинтеза с продуктивностью растений / В.И. Чиков // Физиология растений. – 2008. – № 1. – С. 140–154.
14. Юсова, О.А. Характеристика перспективных источников сои с повышенным качеством семян и урожайностью в условиях южной лесостепи Западной Сибири / О.А. Юсова, А.М. Асанов, Л.В. Омелянюк// Масличные культуры. – 2018. – № 3. – С. 40–45.

**LIST OF SOURCES**

1. Vezhnik, Yu.V. Ul'trastrukturnaya transformatsiya xloroplastov v list'yax pshenicuy v processe adaptatsii k xolodu /Yu.V. Vezhnik, V.V. Talanova, A.F. Titov. // Mater. Vseros-sijskoj nauchn. konf. «Rasteniya v usloviyax global'ny'x i lokal'ny'x prirodno-klimaticheskix i antropogenny'x vozdeystviy». – Petrozavodsk: KNCZ RAN, 2015. – 98 s.
2. Ve'j, Zhan'. Vliyanie sposoba poseva na formirovanie posevny'x kachestv semyan soi / Ve'j Zhan', O.A. Selixova, V.V. Kolobov, Chzhe'n Xajczyan// Mater. nauch-prakt. konf «Sovremennye tehnologii proizvodstva i pererabotki s/x kul'tur». – Blagoveshhensk, 2017. – S. 152–159.
3. Gavrilenko, V.F. Osobennosti fotosinteticheskogo energoobmena u vysokoproduk-tivny'x sortov pshenicuy / V.F. Gavrilenko, T.V. Zhigalova, E.M. Bassarskaya. // Mater. mezhd. konf. «Fiziko-ximicheskie osnovy' strukturno-funkcional'noj organizatsii rastenij». – Ekaterinburg, 2008. – S. 124–125.
4. Gataulina, G.G. Sistemny'j podxod k analizu dinamicheskix xarakteristik produkcion-nogo processa u zernovy'x bobovy'x kul'tur /G.G. Gataulina, S.S. Sokolova, M.E. Bely'shkina// Izvestiya Timiryazevskoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2014. – № 2. – S. 69–95.
5. Kobozeva, T.P. Sostav belkovogo kompleksa semyan soi severnogo e'kotipa v usloviyax vy'sokix shirot i ogranichenного teplovogo resursa / T.P. Kobozeva, M.E. Bely'shkina, N.P. Popova // Sb. nauchn. tr. VNII soi «Nauchnoe obespechenie proizvodstva soi: problemy' i perspektivy'». – Blagoveshhensk, 2018. – S. 333–338.
6. Krasnovskij, A.A. Svet i xlorofill: Vazhnejshie vехi v istorii rannix issledovanij /A.A. Krasnovskij // Rossijskij ximicheskij zhurnal. – 2017. – № 3. – S. 17–41.
7. Nesterenko, T.V. Indukciya fluorecencii xlorofilla i ocenka ustojchivosti k neblagopriyatny'm vozdeystviyam / T.V. Nesterenko, A.A. Tixomirov, V.N. Shixov// Obshhaya biologiya. – 2007. – № 6. – S. 444–458.
8. Omarov, F.B. E'kologicheskie osnovy' vozdel'vaniya i kachestvo semyan soi / F.B. Omarov, R.M. Zubairov// Mater. nauch.-prakt. konf. «Sovremennye problemy' regional'noj geogra-fii, kraevedeniya i turizma». – Maxachkala. – 2011. – S. 163–168.
9. Ran, O.P. Sostoyanie i problemy' posevny'x kachestv semyan soi v yuzhnoj zone Amurskoj oblasti / O.P. Ran // VestnikDal'GAU. – 2007. – № 2. – S. 35–40.
10. Rafal'skaya, N.B. Fotosinteticheskaya i semennaya produktivnost' soi pri primenenii priemov biologizatsii eyo vozdel'vaniya v Priamur'e /N.B. Rafal'skaya, V.T. Sinegovskaya, S.V. Rafal'skij// Sbornik nauchny'x trudov Dal'GAU «Adaptivny'e tehnologii v rastenievodstve»: Dal'GAU. – 2016. – Vy'p. 12. – S. 81–86.
11. Rusakov, V.V. Istochniki azota dlya formirovaniya semyan soi pri razny'x usloviyax vy'rashhivaniya / V.V. Rusakov, G.S. Posy'panov, V.T. Sinegovskaya // Sb. nauchn. Tr. «Priemy' regulirovaniya produktivnosti soi». – Novosibirsk: VASXNIL Sib.otd.-ie. – 1987. –S. 109–125.
12. Sistema zemledeliya Amurskoj oblasti: proizvodstvenno-prakticheskij spravochnik. – Blagoveshhensk: Izdatel'stvo Dal'nevostochnogo GAU. – 2016. – 570 s.
13. Chikov, V.I. E`volyuciya predstavlenij o svyazi fotosinteza s produktivnost`yu rastenij / V.I. Chikov // Fiziologiya rastenij. – 2008. – № 1. – S. 140–154.
14. Yusova, O.A. Xarakteristika perspektivny'x istochnikov soi s povыshenny'm kachestvom semyan i urozhajnost`yu v usloviyax yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri / O.A. Yusova, A.M. Asanov, L.V. Omel'yanyuk// Maslichny'e kul'tury`. – 2018. – № 3. – S. 40–45.