

УДК 631.523:633.853.52

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕГЕТАЦИЕЙ (CVS)
ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
СОРТОВ СОИ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ**

А.И. Прянишников¹, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН
С.Д. Каракотов¹, доктор химических наук, академик РАН
В.Н. Титов¹, кандидат сельскохозяйственных наук
В.М. Косолапов², доктор сельскохозяйственных, академик РАН

¹АО «Щелково Агрохим»

141101, Россия, Московская область, г. Щелково, ул. Заводская, д. 2

²ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1

vniikormov@mail.ru

**ABOUT USING THE CONTROLLED VEGETATION SYSTEM (CVS)
TO REALIZE THE GENETIC POTENTIAL OF SOYBEAN VARIETIES
OF DIFFERENT GENOTYPES**

A.I. Pryanishnikov¹, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of RAS
S.D. Karakotov¹, Doctor of Chemical Sciences, Academician of RAS
V.N. Titov¹, Candidate of Agricultural Sciences
V.M. Kosolapov², Doctor of Agricultural Sciences, Academician of RAS

¹JSC "Shchelkovo Agrohim"

141101, Russia, Moscow region, Shchelkovo, Zavodskaya str., 2

²Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1

vniikormov@mail.ru

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2020-1-70-78

Сортовое разнообразие — важнейший элемент адаптации производства при реализации соей своего видового потенциала. Показано, что уровень технологического сопровождения оказывает существенное влияние на формирование сортами генетически детерминированных хозяйственно ценных признаков и свойств. Отмечено, что при экстенсивном типе возделывания распределение сортов в системе координат «урожай/белок» носит хаотичный характер, а соотношение выражается отрицательной линией тренда в их зависимости. Испытание на этом фоне способствовало выделению сортов сои, адаптированных по признакам продуктивности — Асука, Нордика и Киото, и качеству соевых бобов — Навигатор, Сенатор, Командор и Амфор. Интенсификация же выращивания позволяет систематизировать распределение сортообразцов, наполнив урожай качественным содержанием. Такие подходы в технологии выращивания позволили выделить высокоинтенсивные сорта — Навигатор, Командор и Малага. Выделена группа сортов Припять, Зуша, Мезенка и Виктория, которые характеризовались высокими отзывами на интенсификацию по критериям

качества бобов, что свидетельствует о высоком их потенциале для производства. По результатам производственного испытания сортов и внедрения приемов управления продуктивностью во время вегетации сои в ГК «Русагро-Инвест» на тестовых полях показано, что использование технологии CVS (Controlled Vegetation System) АО «Щелково Агрохим» позволило дополнительно получить до 0,42 т/га продукции.

Ключевые слова: соя, сорт, технологическая паспортизация, факторы интенсификации, экстенсивный фон.

Varietal diversity is an essential part of the adaptation of production when implementing its soybeans species potential. It is shown that the level of technological support has had a significant impact on the formation of varieties of genetically determined agronomic characteristics and properties. Noted that extensive cultivation type distribution of varieties in the coordinate system of the "crop/protein" is chaotic, and the ratio is expressed as a negative trend line in their dependencies. Against this background, the test contributed to the selection of adapted soybean cultivars based on productivity – Asuka, Nordica and Kyoto, and quality soybeans – Navigator, Senator, Comandor and Amphor. The intensification of the same cultivation allows you to organize the distribution of samples filled with harvest quality content. Such approaches in cultivation technology allowed select high intensity grade – Navigator, Comandor and Malaga. A group is selected varieties of Pripyat, Zusha, Mezenka and Victoria, which was characterized by high reviews on intensification of criteria of quality beans, indicating a high potential for the production. Based on the results of the test production of varieties and introduction of management techniques during vegetation productivity of soybean in GK "Rusagro-Invest" on test fields, it has been shown that the use of the technology of the CVS (Controlled Vegetation System) JSC "Shchelkovo Agrochim" has additionally receive up to 0.42 t/ha production.

Keywords: soybean, variety, technology certification, intensification, extensive background.

В последние годы для сельскохозяйственного производства России соя — одна из наиболее динамичных культур. Начиная с 2010 г. средний ежегодный прирост посевных площадей под ней составляет более 200 тыс. га, а увеличение валовых сборов — более 330 тыс. т/год [1]. В этой динамике 2018 г. стал рекордным по валовому сбору — 4,0 млн тонн при урожайности 1,53 т/га [2; 3]. На сегодня потребности России в соевых бобах оцениваются в 12 млн тонн, из которых 8,3 — на кормовые цели, 3,2 — на пищевые, 0,5 — на семена. Предполагается, что к этой величине российский рынок подойдет к 2020 г. [4]. По отраслевой же программе Российского соевого союза «Развитие производства и переработки сои в Российской Федерации на 2015–2020 гг.» к 2020 г. планируется вы-

вести производство сои на уровень более 7 млн т [5].

Чтобы сохранить положительную тенденцию необходимо ориентироваться не только на расширение площадей, но и поступательно совершенствовать технологии выращивания, способствующие повышению урожайности.

Выделяя потенциал факторов интенсификации при увеличении производства, важнейшее направление видится в развитии сорт-адаптированных технологий [6]. В этом отношении важен опыт АО «Щелково Агрохим», где сформирован единый инновационный цикл с поступательным переходом от фундаментальных исследований к использованию прикладных разработок на практике. В системе технологических решений особое значение придается приемам так на-

зываемых CVS (Controlled Vegetation System), которые позволяют в период вегетации растений регулировать их ростовые процессы и рационально использовать невозобновляемые ресурсы (рис. 1). В связи с чем исследования, связанные с технологической паспортизацией сортов, дают возможность рас-

крыть их индивидуальные особенности при реализации генетического потенциала, что способствует увеличению не только валовых сборов сои, но и получению экологически чистой продукции органического земледелия, спрос на которую растет как в нашей стране, так и за рубежом [7].



Рис. 1. Система управления вегетацией сельскохозяйственных культур АО «Щелково Агрохим»

Отработка основных систем возделывания, как и оценка реакции сортов, ведется как на экстенсивном фоне, так и при интенсивных системах возделывания сои.

В схемах АО «Щелково Агрохим» 2018 г. опыты проводились в ООО «Дубовицкое», где создавался высокий уровень обеспеченности элементами питания для растений на запланированную урожайность уже с осени, когда минеральные удобрения вносились под основную обработку почвы, и весной —

перед посевом (азотные) и с посевом (фосфорные). В производственных же опытах, которые проводились в ГК «Русагро-Инвест», имелась возможность выявления потенциала сортов на экстенсивном уровне. Это делает результаты исследований интересными в качестве принципиальной оценки реакции сортов на технологические приемы, сопряженных с их последующей паспортизацией для возделывания.

Для выделения урожайных сортов с генетически детерминированными вы-

сокими показателями белка и масличности использовался метод ортогональной регрессии [8]. Для оценки соотношения двух изучаемых показателей этот метод считается оптимальным [9; 10; 11]. С его помощью нам удалось индексировать изучаемые сорта по их сдвигам вдоль осей ортогональной регрессии в системе

координат «урожай/белок», который представлен на рисунке 2, в экспериментах ООО «Дубовицкое». Анализ позволил с высоким уровнем достоверности дифференцировать сорта с положительными сдвигами по белку, в то время как в системе «урожай/масличность» это сделать не удалось.

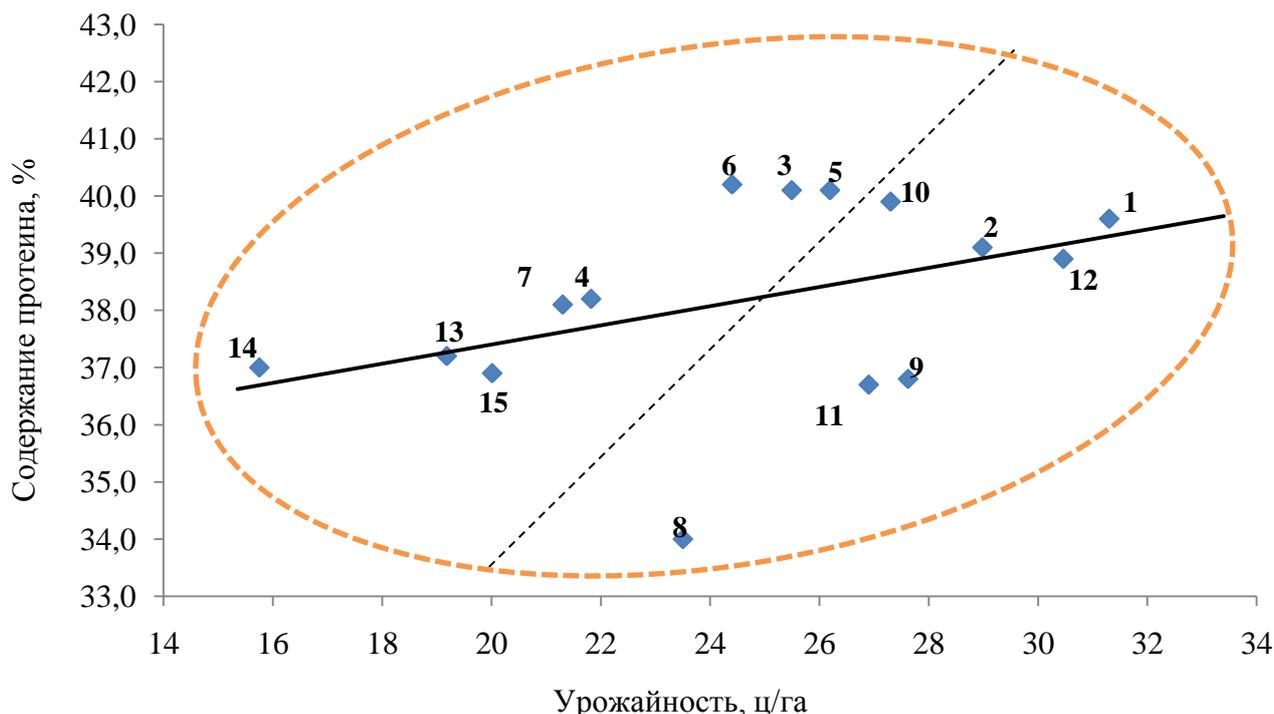


Рис. 2. Ортогональная регрессия сортов сои по урожайности и содержанию сырого протеина в бобах на интенсивном фоне в ООО «Дубовицкое» (2018 г.)

1 – Командор, 2 – Навигатор, 3 – Припять, 4 – Волма, 5 – Мезенка, 6 – Зуша, 7 – Свапа, 8 – Белгородская 7, 9 – Белгородская 48, 10 – Виктория, 11 – Кордоба, 12 – Малага, 13 – Мерлин, 14 – Ланцетная, 15 – Белгородская 8

Из главных выводов работы следует выделить, что интенсификация способствует систематизации распределения сортов по их реакции в системе координат «урожай/качество», что было отражено высоким уровнем корреляции 0,53 (интенсивный фон) против $-0,27$ (экстенсивный фон).

При экстенсивном типе выращивания сдвиги показателей у сортов вдоль оси

«содержание белка» в изучаемой системе «урожай/белок» носят более хаотичный характер, а линия тренда имеет ярко выраженную отрицательную направленность (рис. 3). На этом фоне выделены адаптированные по продуктивности сорта компании «Прогрейн» Асука, Нордика и Киото, которым, однако, свойственны низкие критерии качества.

В системе же интенсивных техноло-

гий отмечена более четкая дифференциация сортов по группам с определенным сочетанием хозяйственно ценных признаков. С положительными сдвигами вдоль оси «содержание сырого протеина в бобах» были выделены сорта Припять, Зуша, Мезенка и Виктория (рис. 2). В противоположность им сорта Белгородская 48, Кордоба и Белгородская 7 характеризовались отрицательными сдвигами, что указывает на узкие рамки в интервале условий выращивания для фор-

мирования сортообразцами качественных критериев, требующих поиска индивидуальных решений при разработке их технологического паспорта для получения продукции с высоким содержанием белка. Отмечаемый положительный тренд в зависимости роста урожайности и содержания сырого протеина свидетельствует об эффективности технологического сопровождения для качественного наполнения сортами сои своего урожая.

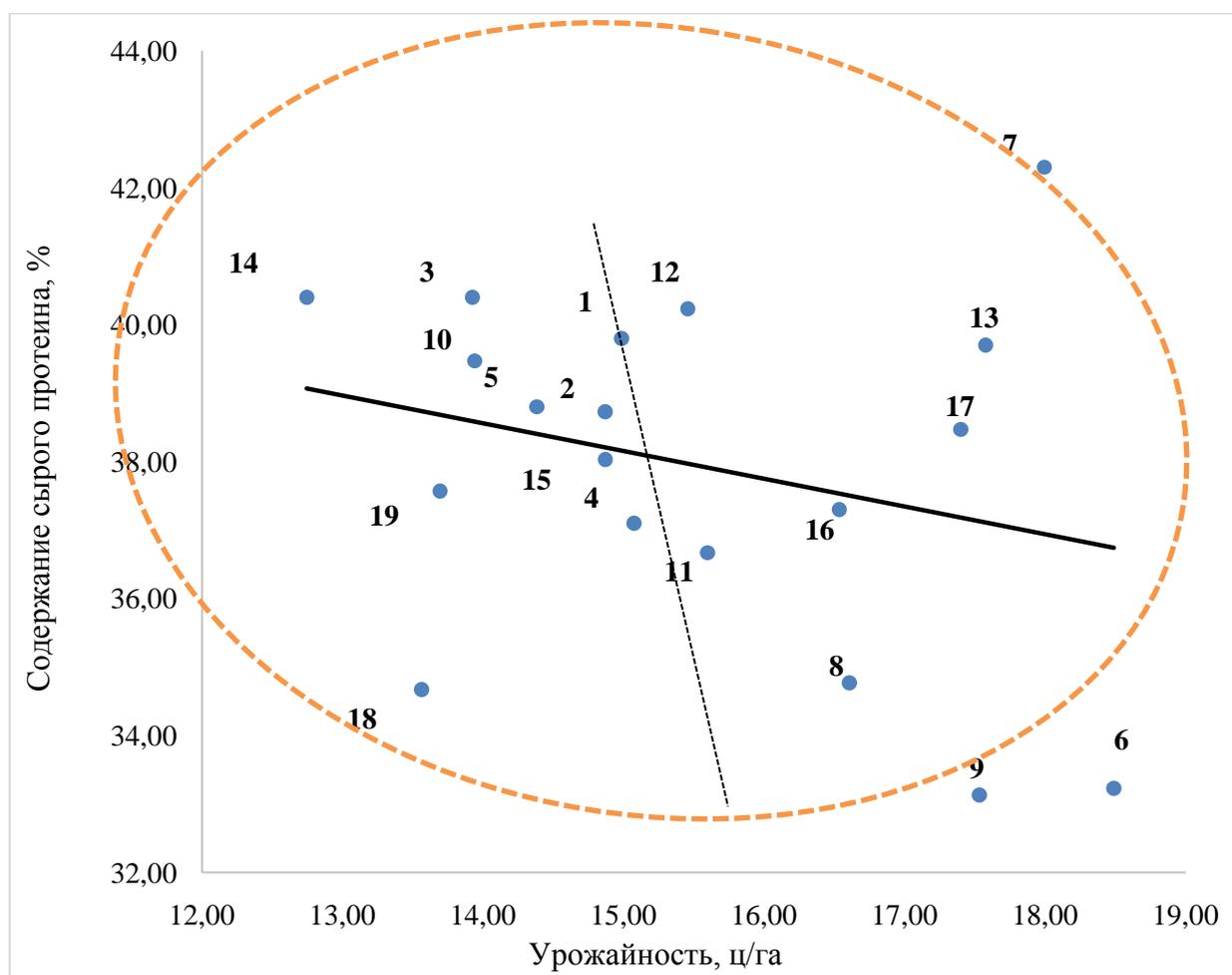


Рис. 3. Ортогональная регрессия сортов сои в системе координат урожайность/сырой протеин в производственном испытании ООО «Русагро-Инвест» (экстенсивный фон, 2018 г.)

1 – Белгородская 6, 2 – Пруденс, 3 – Турмалин, 4 – Аляска, 5 – Амадеус, 6 – Асука, 7 – Зельда, 8 – Киото, 9 – Нордика, 10 – Опус, 11 – Хана, 12 – ЕС Амфор, 13 – ЕС Командор, 14 – ЕС Ментор, 15 – ЕС Навигатор, 16 – ЕС Сенатор, 17 – КСБ 938, 18 – Султана, 19 – Протина

При испытании на интенсивном фоне выделены сорта, характеризующиеся как повышенной продуктивностью — Командор (31,3 ц/га), Навигатор (29,0 ц/га) и Малага (30,5 ц/га), так и высоким уровнем содержания в бобах сырого протеина: Зуша (40,2%), Мезенка (40,1%), Припять (40,1%) и масличности: Ланцетная (23,5%), Мерлин (23,5%) и Свапа (22,9%). На экстенсивном же фоне в Белгородской области выделены сорта Зельда, Командор, КСБ 938 и Сенатор, которые показывали высокую степень адаптированности по урожайности в сочетании с качеством бобов (рис. 3). На бедном фоне питания высокими качественными критериями выделялись сорта селекции «Евралис Семанс»: Навигатор, Командор и Амфор, что позволяет им иметь запас прочности в реакции на факторы интенсификации по продуктивности. Показателен в этом отношении сорт Навигатор, который в опытах ООО «Дубовицкое» при урожайности 29,0 ц/га имел высокие параметры качества (содержание сырого протеина — 39,1% при 22,2% масличности).

Важнейшим элементом управления продуктивностью растений являются листовые подкормки, которые в своих

технологиях использует АО «Щелково Агрохим», применяя помимо дополнительного минерального питания различные виды агрохимикатов: аминокислотные биостимуляторы (Биостим), микробиологические препараты (Биокомпозит), микроудобрения (Интермаг и Ультрамаг). Наглядным примером для таких технологических решений можно выделить отдельный опыт ГК «Русагро-Инвест» в ООО «Агротехнологии» Тамбовской области по дифференцированному использованию Ультрамаг Калий при выращивании сорта Навигатор. Первая обработка проводилась в период пяти–семи тройчатых листочков до цветения дозой 1,5 л/га препарата, вторая проводилась в период образования бобов (2,0 л/га), третья обработка применялась в виде сеникации посевов в период налива бобов при наличии не менее 70% зеленых листьев (3 л/га). По результатам опыта было показано, что на фоне относительного дефицита по обеспеченности почвы калием системное использование Ультрамаг Калий в обработках имело высокий эффект как по продуктивности (+3,4 ц/га) и ее элементам, так и по содержанию белка в бобах (+3,0%) (табл. 1).

1. Параметры сорта Навигатор при разных вариантах обработки Ультрамаг Калий

Вариант	Урожайность, ц/га	Протеин, %	Масса 1000 зерен, г	Число бобов на растении, шт.
Однократная обработка (контроль)	20,9	35,0	142,4	24,4
Трехкратная обработка	24,3	38,0	154,9	37,1
+ к контролю	3,4	3,0	12,5	12,7

убедительным доказательством эффективного использования листовых обработок для увеличения урожайности

сои стали результаты проекта по совместному выращиванию сои ГК «Русагро-Инвест» с АО «Щелково Агрохим» в

2018 г. Проект осуществлялся на площади более 6,3 тыс. га, где 2,3 тыс. га были представлены тестовыми полями, на которых велось прямое сравнение подходов CVS (Controlled Vegetation System) АО «Щелково Агрохим» по отношению к принятой в ГК «Русагро-Инвест» традиционной технологии. Главным отличием систем возделывания стало использование листовых обработок в фазу четырех–шести тройчатых листочков (Интермаг Фосфор + Ультрамаг Комби для бобовых + Карбамид),

начала образования бобов на растениях (Биостим Масличный + Ультрамаг Молибден + Ультрамаг Бор + Карбамид), а также приема сеникации в период начала пожелтения листьев у растений. По результатам внедрения приемов управления продуктивностью во время вегетации растений сои показано, что в целом по проекту использование технологии CVS (Controlled Vegetation System) АО «Щелково Агрохим» позволило получить 0,42 т/га дополнительной продукции (табл. 2).

2. Результаты тестовых полей в совместном проекте АО «Щелково Агрохим» с ГК «Русагро-Инвест» по выращиванию сои в 2018 г.

Участки Русагро, область	Тестовые поля проекта				
	Технология ГК «Русагро»		Технологии АО «Щелково Агрохим»		
	Площадь, га	Урожайность, т/га	Площадь, га	Урожайность, т/га	+ к технологии ГК «Русагро»
Белгородская	518,8	1,96	541,3	2,32	0,36
Тамбовская	349,0	1,61	322,0	1,95	0,34
Орловская	165,0	1,88	443,0	2,39	0,51
Итого по проекту:	1032,8	1,84	1306,3	2,26	0,42

Таким образом, по итогам исследований и производственного испытания сои в АО «Щелково Агрохим» и ООО «Русагро-Инвест» показано, что сортовая стратегия имеет важнейшее значение в реализации соей видового потенциала. Результаты свидетельствуют, что уровень технологического сопровождения оказывает существенное влияние на формирование сортами хозяйственно ценных признаков, подчеркивая их индивидуальность в ответ на факторы интенсификации, отчего разработка технологических паспортов имеет важнейшее значение для производства. Показано,

что при экстенсивном типе выращивания сортов сои сдвиги показателей вдоль оси «содержание белка» в системе «урожай/белок» носят хаотичный характер, на фоне которого выделены адаптированные по продуктивности сорта Асука, Нордика и Киото селекции «Прогрейн». Интенсивные же приемы позволяют систематизировать сорта по их ответу на факторы возделывания и наполнить урожай качественным содержанием, что отразилось в положительном тренде между урожайностью и содержанием белка. На этом фоне отмечены сортообразцы со свойственной реакцией на видо-

вом уровне и выделены интенсивные сорта: Навигатор, Командор и Малага. К сортам же относительно сдержанным на внедрение факторов интенсификации были отнесены сорта Ланцентная, Белгородская 8, Свапа, Волма. Помимо этого, выделена группа сортов Припять, Зуша, Мезенка и Виктория, которые характеризовались высокими отзывами на интенсификацию производства по критериям качества бобов, сохранив при этом высокие отзывы на внесение удоб-

рений по урожайности. Сорта Белгородская 7, Белгородская 48 и Кордоба характеризовались относительно низкими критериями качества в ответ на факторы интенсификации, что свидетельствует об узких границах в условиях выращивания формирования генетически детерминированных свойств, и требующих дальнейшего поиска индивидуальных решений при разработке их технологического паспорта получения продукции с высокими критериями качества.

Литература

1. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунцова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018. – № 2 (26). – С. 4–10.
2. Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2017 году. Часть 1. 2018 г. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516 (*размещено 30.03.2018*).
3. О ходе проведения сезонных полевых сельскохозяйственных работ по состоянию на 30 ноября 2018 г. / МСХ РФ. – URL: <http://mcx.ru/analytics/spring-field-work> (*обращение 06.12.2018 г.*).
4. Соя – основная сельскохозяйственная культура региона / МСХ Амурской области, 2017. – URL: <http://www.agroamur.ru/4/4-2.html>.
5. Отраслевая Программа «Развитие производства и переработки сои в Российской Федерации на 2015–2020 годы» (утверждена Минсельхозом РФ, Протокол № 47 от 12.11.2014 г.). – URL: <http://www.ros-soya.su/public.aspx?3BB4E5AC>.
6. Косолапов В.М. Как оптимизировать производство и использование зернофуража в России // *Земледелие*. – 2010. – № 5. – С. 19–21.
7. Каракотов С.Д. Система управления вегетацией растений – основа высокоурожайного производства сельскохозяйственной продукции // *Международный сельскохозяйственный журнал*. – 2014. – Вып. 5. – С. 4–10.
8. Крамер Г. Математические методы статистики. – М. : Мир, 1975. – 648 с.
9. Кочерина Н.В., Драгавцев В.А. Введение в теорию эколого-генетической организации количественных признаков растений и теорию селекционных индексов. – СПб., 2008. – 86 с.
10. Прянишников А.И. Научные основы адаптивной селекции в Поволжье. – М. : Изд-во РАН, 2018. – 96 с.
11. Отбор носителей полигенных систем адаптивности и других систем, контролирующей продуктивность озимой пшеницы, ячменя, овса в различных регионах России / под ред. акад. В.А. Драгавцева. – СПб. : ПапиРус, 2005. – 116 с.

References

1. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V. Razvitiye proizvodstva zernobobovykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii [The development of the leguminous crops production in Russian Federation]. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury* [Leguminous and groats crops], 2018, no. 2 (26), pp. 4–10.
2. Valovyye sbory i urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur po Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu. Chast' 1. 2018 g. [Gross collections and crop yields in the Russian Federation in 2017. Part 1.

- 2018]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516/ (posted 30.03.2018).
3. O khode provedeniya sezonnykh polevykh sel'skokhozyaystvennykh rabot po sostoyaniyu na 30 noyabrya 2018 g. [On the process of seasonal field agricultural work as of November 30, 2018]. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. URL: <http://mcx.ru/analytics/spring-field-work> (accessed: December 6, 2018).
 4. Soya – osnovnaya sel'skokhozyaystvennaya kul'tura regiona [Soybean – the main agricultural crop of the region]. Ministry of Agriculture of the Amur Region, 2017. URL: <http://www.agroamur.ru/4/4-2.html>.
 5. Otrasleyaya Programma "Razvitiye proizvodstva i pererabotki soi v Rossiyskoy Federatsii na 2015–2020 gody" (utverzhdena Minsel'khozom RF, Protokol № 47 ot 12.11.2014 g.) [Sectoral Program "Development of Soybean Production and Processing in the Russian Federation for 2015–2020" (approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Protocol No. 47, November 12, 2014)]. URL: <http://www.ros-soya.su/public.aspx?3BB4E5AC>.
 6. Kosolapov V.M. Kak optimizirovat' proizvodstvo i ispol'zovaniye zernofurazha v Rossii [How to optimize the production and use of grain fodder in Russia]. *Zemledeliye [Agriculture]*, 2010, no. 5, pp. 19–21.
 7. Karakotov S.D. Sistema upravleniya vegetatsiyey rasteniy – osnova vysokorentabel'nogo proizvodstva sel'skokhozyaystvennoy produktsii [Plant vegetation control system – the basis of highly profitable agricultural production]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal [International Agricultural Journal]*, 2014, issue 5, pp. 4–10.
 8. Kramer G. Matematicheskiye metody statistiki [Mathematical methods of statistics]. Moscow, Mir Publ., 1975, 648 p.
 9. Kocherina N.V., Dragavtsev V.A. Vvedeniye v teoriyu ekologo-geneticheskoy organizatsii kolichestvennykh priznakov rasteniy i teoriyu selektsionnykh indeksov [Introduction to the theory of ecological and genetic organization of quantitative traits of plants and the theory of breeding indices]. Saint Petersburg, 2008, 86 p.
 10. Pryanishnikov A.I. Nauchnyye osnovy adaptivnoy selektsii v Povolzh'ye [Scientific basis of adaptive breeding in the Volga region]. Moscow, Russian Academy of Sciences Publ., 2018, 96 p.
 11. Otbor nositeley poligennykh sistem adaptivnosti i drugikh sistem, kontroliruyushchikh produktivnost' ozimoy pshenitsy, yachmenya, ovsy v razlichnykh regionakh Rossii [Selection of carriers of polygenic adaptability systems and other systems that control the productivity of winter wheat, barley, oats in various regions of Russia]. Ed.: Acad. V.A. Dragavtsev. Saint Petersburg, PapiRus Publ., 2005, 116 p.