

УДК 633.174: 631.559

UDC 633.174: 631.559

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural Sciences

**ВЛИЯНИЕ МЕТЕОУСЛОВИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ****THE EFFECT OF WEATHER CONDITIONS ON GRAIN SORGHUM PRODUCTIVITY IN THE SOUTHERN ZONE OF THE ROSTOV REGION**

Васильченко Сергей Александрович  
кандидат сельскохозяйственных наук  
РИНЦ SPIN-код: 2068-9382  
e-mail: [wasilchenko12@rambler.ru](mailto:wasilchenko12@rambler.ru)

Vasilchenko Sergey Aleksandrovich  
Candidate of Agricultural Sciences  
RSCI SPIN-code: 2068-9382  
e-mail: [wasilchenko12@rambler.ru](mailto:wasilchenko12@rambler.ru)

Метлина Галина Владимировна  
кандидат сельскохозяйственных наук  
РИНЦ SPIN-код: 1445-4246  
e-mail: [wasilchenko12@rambler.ru](mailto:wasilchenko12@rambler.ru)

Metlina Galina Vladimirovna  
Candidate of Agricultural Sciences  
RSCI SPIN-code: 1445-4246  
e-mail: [wasilchenko12@rambler.ru](mailto:wasilchenko12@rambler.ru)

Ковтунов Владимир Викторович  
кандидат сельскохозяйственных наук  
РИНЦ SPIN-код: 9074-0949  
e-mail: [n-beseda@mail.ru](mailto:n-beseda@mail.ru)  
*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им. И.Г. Калининко, Россия, 347740, г. Зерноград, Научный городок, 3*

Kovtunov Vladimir Viktorovich  
Candidate of Agricultural Sciences  
RSCI SPIN-code: 9074-0949  
e-mail: [n-beseda@mail.ru](mailto:n-beseda@mail.ru)  
*FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I.G. Kalinenko, Russia, 347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3*

Исследования проводились в 2010–2015 гг. на базе Всероссийского научно-исследовательского института зерновых культур им. И.Г. Калининко (лаборатория технологии возделывания пропашных культур), расположенном в южной почвенно-климатической зоне Ростовской области, характеризующейся неустойчивым и недостаточным увлажнением. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, тяжелосуглинистый, карбонатный. Объектом исследований являлся сорт зернового сорго Зерноградское 53, допущенный к использованию по Ростовской области. Агроклиматические условия в годы проведения исследований значительно различались как по количеству осадков (от 110,2 мм в 2010 году до 200,2 мм в 2013 году), так и по температурному режиму (от 2512,9 °С в 2010 году до 2788,8 °С в 2015 году) за вегетационный период, что позволило объективно оценить продуктивность сорго зернового. В статье приведены результаты изучения влияния метеорологических условий на продолжительность вегетационного периода, урожайность и качество зерна (содержание белка, жира, золы, клетчатки). Установлена взаимосвязь суммы активных температур, осадков и гидротермического коэффициента за вегетационный период сорго с основными хозяйственно-ценными признаками сорго зернового. Наибольшее влияние на продолжительность вегетационного периода оказали сумма активных температур за вегетацию  $r = 0,89$ , а на урожайность - сумма осадков за вегетацию  $r = 0,80$ . Выявлена сильная положительная корреляционная взаимосвязь суммы активных температур с содержанием белка в зерне сорго зернового,  $r = 0,80$  и средняя отрицательная с

The study was carried out during 2010–2015 years in the All-Russian research Institute of Grain Crops named after I.G. Kalinenko (the laboratory of the cultivation technology of plowing crops), situated in the southern soil-climatic zone of the Rostov region, which is characterized with the unstable and insufficient humidity. The trials were conducted on the heavy loamy, calcareous chernozem obyknovenny (natural blacksoil). The object of the study was the grain sorghum variety 'Zernogradskoe 53', approved to use in the Rostov region. The agroclimatic conditions during the years significantly differed during the vegetation in the amount of precipitations (from 110.2 mm in 2010 to 200.2 mm in 2013) and in the temperature regime (from 2512.9 °C in 2010 to 2788.8 °C in 2015), that allowed evaluating the grain sorghum productivity more objectively. The article gives the study results of the effect of the weather conditions on the duration of vegetation, productivity and grain quality (content of protein, oil, ash and fiber). The article showed the estimated interconnection among the sum of active temperatures, precipitations and hydrothermal coefficient during the sorghum vegetation with the principal economic-valuable traits of grain sorghum. The sum of active temperatures showed the greatest effect on the duration of the vegetation ( $r=0.89$ ); the sum of precipitations during the vegetation had the greatest effect on the productivity ( $r=0.80$ ). There was determined the strongest positive correlation of the sum of active temperatures with the content of protein in the grain sorghum kernels ( $r=0.80$ ) and the average negative correlation with the content of oil ( $r=-0.69$ ). The sums of active temperatures and precipitations, when the grain sorghum gives the largest productivity, were established

содержанием жира,  $r = -0,69$ . Определены значения суммы активных температур и осадков, при которых формируется наибольшая урожайность

Ключевые слова: СОРГО ЗЕРНОВОЕ, МЕТЕОУСЛОВИЯ, УРОЖАЙНОСТЬ, ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ, КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ, СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА, СОДЕРЖАНИЕ ЖИРА

Keywords: GRAIN SORGHUM, WEATHER CONDITIONS, PRODUCTIVITY, HYDRO THERMAL COEFFICIENT, CORRELATION, CONTENT OF PROTEIN, CONTENT OF OIL

Сорго зерновое – уникальное растение по своим биологическим особенностям и хозяйственному использованию. К основным достоинствам этой культуры относится высокая засухоустойчивость и солевыносливость, отличные кормовые показатели [1, 2]. Для создания новых сортов и гибридов, наиболее полно отвечающих требованиям современного земледелия необходимо более тщательно подбирать исходный материал, предварительно проверив и изучив его способность формировать высокую урожайность в конкретных почвенно-климатических условиях [3]. Среди сельскохозяйственных культур сорго зерновое занимает важное место в использовании его зерна на корм животным, птице, прудовой рыбы и в перерабатывающей промышленности для производства крахмала и круп [4].

Сорго на зерно возделывают в засушливых и полузасушливых регионах и зонах недостаточного увлажнения во многих странах мира. В последнее десятилетие 20 века и в начале 21 века отмечается значительное изменение посевных площадей под сорго зерновым в Ростовской области, от 7,7 тыс. га в 1998 году, до 68,1 тыс. га в 2011 году [5].

Высокие температуры, суховеи, засуху сорго переносит легче, чем другие культуры. Это связано с тем, что листья сорго покрыты плотным эпидермисом и размер устьиц у него значительно меньше. Характерной отличительной особенностью культуры является способность приостанавливать свой рост в период неблагоприятных для развития условий, а при выпадении осадков в виде дождя восстанавливать свой жизненный цикл [6, 7]. Производство зерна сорго и других культур в значительной степени

зависит от погодных условий (температура и влажность воздуха, осадки и период их выпадения, скорость ветра, солнечная активность) [8]

Цель исследований - выявить изменения урожайности и качества зерна сорго зернового в зависимости от метеорологических условий Ростовской области.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в 2010 – 2015 годах во Всероссийском НИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко, в лаборатории технологии возделывания пропашных культур, расположенном в южной почвенно-климатической зоне Ростовской области.

Объектом исследований являлся сорт сорго зернового Зерноградское 53 (оригинатор – ВНИИЗК им. И.Г. Калининко) - средне-спелый, низкорослый (100-115 см). Зерно овальное, голозёрное, красное. Масса 1000 семян - 23-24 г. Сорт слабо поражается бактериозом, устойчив к покрытой головне, слабо повреждается тлёй. Холодостойкий в начальный период роста, засухоустойчивый, пластичный.

Зона проведения опытов характеризуется полузасушливым климатом с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой: среднемноголетнее количество осадков - 488,5 мм, сумма температур за период активной вегетации составляет более 3400 °С, среднегодовая температура +9,4 °С. Продолжительность безморозного периода 180-200 дней. С апреля по октябрь отмечается 60 - 65 суховейных дней [9].

Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным, карбонатным, тяжелосуглинистым. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: рН - 7,1; гумус - 3,5%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 20-25; K<sub>2</sub>O - 300-350 мг/кг почвы [10]. Учётная площадь деланки составляла 50 м<sup>2</sup>, повторность - четырёхкратная, предшественник - озимая пшеница.

Агротехника в опыте была общепринятая для южной зоны Ростовской области [11, 12]. Предшественник – озимая пшеница.

Посев сорго зернового сорта проводился широкорядным способом

(ширина междурядья 70 см) сеялкой СПБ-8М с нормой высева 300 тыс. всхожих семян на гектар.

Гидротермический коэффициент Селянинова определялся по формуле:  $K=R*10/T$ , где  $R$  – сумма осадков в миллиметрах за период с температурами воздуха выше 10 °С,  $T$  - сумма температур в градусах за тоже время.

Математическая обработка полученных результатов проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием программ Excel 2003 на персональном компьютере [13].

### **Результаты исследований.**

В годы исследований сумма активных температур за вегетационный период варьировала от 2512,9 °С (2010 г.) до 2788,8 °С (2015 г.). Среднесуточная температура воздуха находилась в пределах от 22,6 до 25,4 °С. Наиболее увлажнённым был 2013 год, когда сумма выпавших атмосферных осадков за вегетацию составила 200,2 мм, а наименее увлажнённым 2010 год – 110,2 мм осадков. Относительная влажность воздуха в период вегетации была оптимальной для развития растений сорго зернового и находилась в пределах от 48 (2014 г.) до 61% (2011 г.). Величина гидротермического коэффициента за вегетацию сорго зернового варьировала от 0,44 (2010 г.) до 0,75 (2011 г.), что характеризовало вегетационный период как недостаточно увлажнённый (табл. 1).

### 1. Метеорологические условия вегетационного периода сорго зернового, по данным метеостанции «Зерноград» (2010-2015 гг.)

Год	Сумма температур, °С	Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период, °С	Сумма осадков, мм	Влажность воздуха, %	ГТК
2010	2512,9	25,4	110,2	51	0,44
2011	2546,2	22,9	190,5	61	0,75
2012	2603,6	23,0	168,9	58	0,65
2013	2707,4	22,6	200,2	56	0,74
2014	2780,3	23,4	141,4	48	0,51
2015	2788,8	23,0	164,9	53	0,59

Посев сорго зернового проводится когда среднесуточная температура почвы на глубине 10 см достигает 14-16 °С, что по среднемноголетним данным в условиях южной зоны Ростовской области соответствует 2 декаде мая. Однако, фактически в годы исследований сев осуществлялся в период с 29 апреля (2014 г.) по 4 июня (2010 г.). В 2010 году из-за обильных проливных дождей в мае сорго было посеяно немного позже оптимального срока.

Температура воздуха оказывала влияние на продолжительность периода «посев - всходы», который в 2010 году, при среднесуточной температуре воздуха 22,2 °С, составил 6 дней, а в 2014 году отмечалась наибольшая продолжительность данного периода – 20 дней (среднесуточная температура воздуха +17,5 °С). Продолжительность вегетационного периода сорго за годы исследований варьировала от 99 (2010 г.) до 121 дня (2015 г.) (табл. 2).

## 2. Продолжительность вегетационного периода, урожайность и показатели качества зерна сорго в годы исследований

Год	Вегетационный период, дн.	Урожайность, т/га	Содержание белка, %	Содержание жира, %	Содержание клетчатки, %	Содержание золы, %
2010	99	3,15	12,26	4,13	2,25	1,49
2011	111	3,56	11,33	4,39	2,12	2,30
2012	113	3,70	12,57	4,27	2,61	2,05
2013	120	3,85	12,91	4,15	2,21	1,72
2014	119	3,30	12,85	4,11	2,35	2,37
2015	121	3,90	13,23	3,95	2,02	1,94
НСР <sub>05</sub>	-	0,14	-	-	-	-

Урожайность зерна сорго зернового варьировала в пределах от 3,15 т/га (2010 г.) до 3,90 т/га (2015 г.).

Метеорологические условия вегетационного периода сорго оказали влияние и на показатели качества зерна. Наибольшее содержание белка в зерне сорго (12,91 и 13,23%) отмечалось в годы с более продолжительным вегетационным периодом - 2013 и 2015 гг. Погодные условия оказывали влияния на содержание жира в зерне сорго, значения данного показателя варьировали в пределах 3,95-4,39%.

Проведённый анализ зависимости продолжительности вегетационного периода от метеорологических условий выявил, что корреляция между продолжительностью вегетационного периода и суммой активных температур была сильная положительная и составляла 0,89, положительные средние ( $r = 0,61$ ;  $r = 0,43$ ) - отмечались между продолжительностью вегетационного периода с суммой осадков и ГТК соответственно (табл. 3).

### 3. Корреляционные связи хозяйственно-ценных признаков сорго зернового и метеорологических условий (2010-2015 гг.)

Показатели	Вегетационный период	Урожайность	Содержание белка	Содержание жира	Содержание клетчатки	Содержание золы
Сумма активных температур, °С	0,89	0,44	0,80	-0,69	-0,20	0,17
Сумма осадков, мм	0,61	0,80	-0,19	0,36	-0,16	-0,24
ГТК	0,43	0,71	-0,35	0,53	-0,11	-0,24

Анализ корреляционных связей урожайности и метеорологических условий за вегетацию показал, что на формирование урожая зерна сорго зернового большое значение оказывали осадки, где отмечена сильная положительная корреляционная связь ( $r = 0,80$ ) и ГТК ( $r = 0,71$ ). Средняя положительная корреляция установлена между суммой активных температур и урожайностью ( $r = 0,44$ ).

Метеорологические условия вегетационного периода сорго зернового оказали влияние на показатели качества зерна сорго зернового, так, между суммой активных температур и содержанием белка отмечалась сильная положительная корреляция ( $r = 0,80$ ). Слабая и средняя отрицательные корреляции отмечались между содержанием белка с суммой осадков ( $r = -0,19$ ) и ГТК ( $r = -0,35$ ).

Корреляционная связь суммы активных температур, осадков и ГТК за вегетацию с содержанием жира в зерне сорго была разнонаправленной: суммой активных температур отрицательная средняя ( $r = -0,69$ ), суммой осадков средняя положительная ( $r = 0,36$ ), ГТК средняя положительная ( $r = 0,53$ ).

Метеорологические условия не оказывали существенного влияния на содержание клетчатки и золы в зерне сорго, где отмечались слабые отри-

цательные и положительные корреляции.

Наибольшие показатели урожайности сорго зернового отмечены при сумме осадков, выпавших за вегетацию в интервале от 164,9 до 200,2 мм (3,56-3,90 т/га), т.е. на формирование 1 тонны основной продукции использовалось 42,3-53,5 мм осадков.

В 2010-2015 годы высокие показатели урожайности (свыше 3,6 т/га) сорго зернового отмечены при сумме осадков более 160 мм и суммы активных температур более 2700 °С за вегетацию, что отражено на графике поверхности (рис. 1).

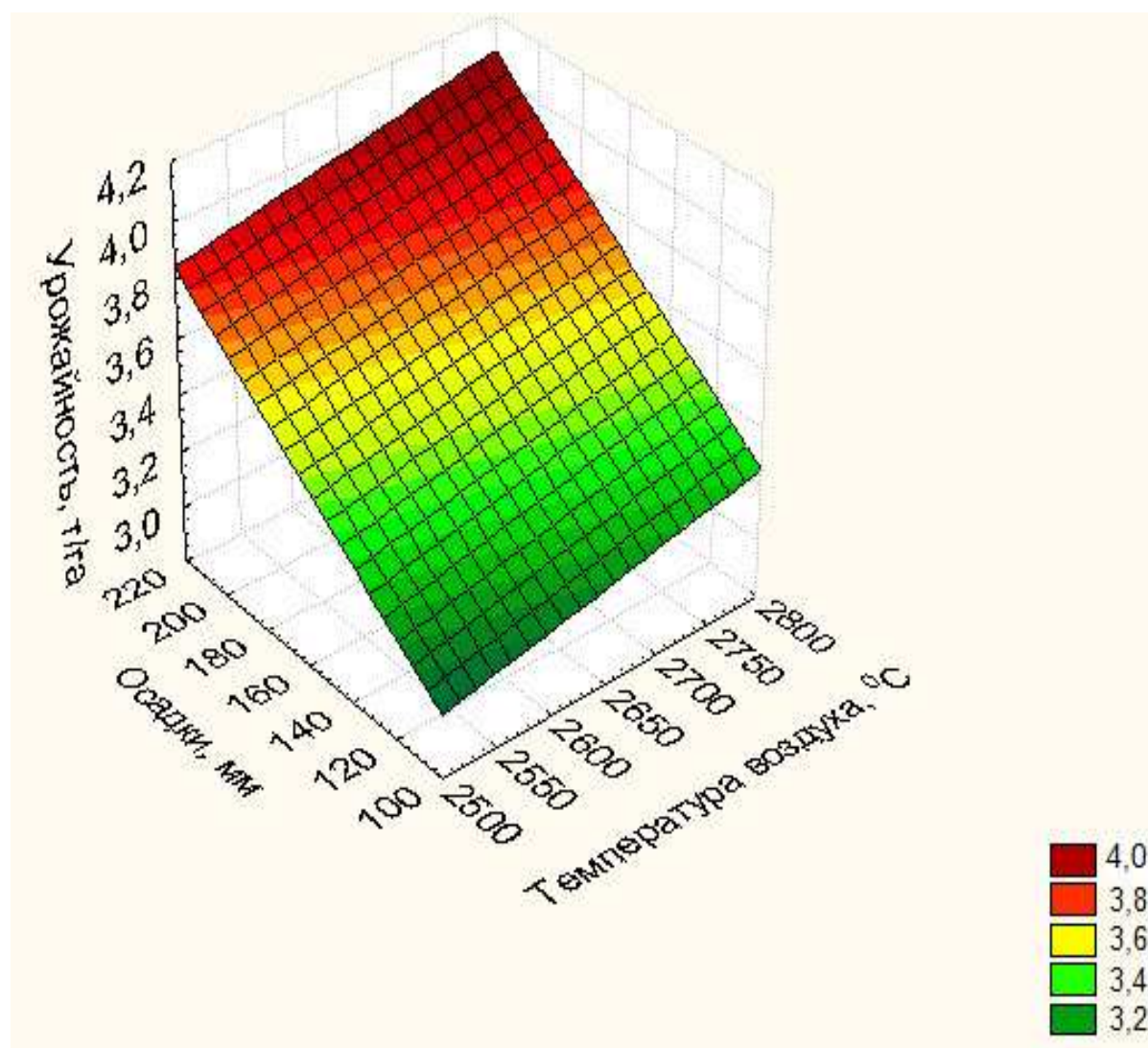


Рис. 1. Влияние суммы осадков и суммы активных температур за вегетационный период на урожайность сорго зернового



Таким образом, наибольшая урожайность сорго зернового формировалась в годы с суммой активных температур за вегетацию 2707,4 - 2788,8 °С и суммой осадков 164,9-200,2 мм (2013 и 2015 гг.).

### **Выводы:**

1. Корреляционный анализ показал сильную положительную связь урожайности с суммой осадков и ГТК за вегетацию ( $r=0,80$  и  $r=0,71$ ) и среднюю положительную с суммой активных температур ( $r=0,44$ ).
2. Сумма активных температур за вегетационный период оказала наибольшее влияние на продолжительность вегетационного периода ( $r=0,89$ ) и содержание белка ( $r=0,80$ ) в зерне.
3. На величину урожайности большое влияние оказали сумма активных температур и осадков, где наибольшие значения урожайности отмечались при сумме активных температур за вегетацию в пределах 2707,4-2788,8 °С и суммой осадков 164,9-200,2 мм.

### **Литература**

1. Влияние биопрепаратов на продуктивность сорго зернового в южной зоне Ростовской области/ Г.В. Метлина, С.А. Васильченко. – Зерновое хозяйство России. - 2013. – Т.25. - №1. – С. 70-72
2. Семеноводство сорго зернового в Ростовской области/ А.В. Алабушев, В.В. Ковтунов, Н.А. Ковтунова, С.И. Горпиниченко// Аграрная наука Евро – Северо – Востока. – 2016. – № 1. – С.12 – 15.
3. Исходный материал для селекции сорго зернового/ В.В. Ковтунов, С.И. Горпиниченко, Н.А. Беседа. – Вестник аграрной науки Дона. – 2010. - №2. – С.76-80.
4. Корреляционные связи у сорго зернового/ В.В. Ковтунов, Н.А. Ковтунова// Сб. Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия. Междунар. науч. конф., посвящ. 100 – летию ЮФУ. – 2015. – С.390-393.
5. Состояние и проблемы селекции сорго зернового/А.В. Алабушев, С.И. Горпиниченко, В.В. Ковтунов. – Зерновое хозяйство России. – 2013. – Т. 29. - №5. - С.5-9.
6. Влияние метеорологических условий на основные хозяйственно-ценные признаки сорго сахарного/ Н.А. Ковтунова, Г.М. Ермолина, Е.А. Шишова. – Зерновое хозяйство России. - 2013. – Т. 25. - №1. - С.31-34.

7. Беседа, Н.А. Подбор исходного материала сорго зернового в селекции на продуктивность/ Н.А. Беседа//Аграрный вестник Урала. – 2010. - № 12. – С.5 - 6.
8. Костылев, П.И. Связь урожайности риса, суммы активных температур и осадков в Ростовской области/ П.И. Костылев, Е.В. Краснова, А.А. Редькин, М.В. Тесля. – Зерновое хозяйство России. – 2016. – Т.44. - №2. – С.41-45.
9. Бельтюков, Л.П. Удобрения зернового сорго/Л.П. Бельтюков, Н.А. Ключников. – Зерноград, ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. – 136.
10. Бельтюков, Л.П. Сорт, технология, урожай/ Л.П. Бельтюков. – Ростов н/Д.: ООО «Терра Принт», 2007. – 160 с.
11. Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013-2020 гг.) //Под общ. ред. В.Н. Василенко [Бондаренко С.Г. и др.] – Ростов-на-Дону: ООО «Донской издательский дом», 2013.- Ч.2. – 272 с.
12. Рекомендации по возделыванию сорго зернового/ А.В. Алабушев, С.И. Горпиниченко, Г.В. Метлина, В.В. Ковтунов, С.А. Васильченко, О.А. Лушпина, О.Д. Шарова. – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2013. – 32 с.
13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 335 с.

## References

1. Vlijanie biopreparatov na produktivnost' sorgo zernovogo v juzhnoj zone Rostovskoj oblasti/ G.V. Metlina, S.A. Vasil'chenko. – Zernovoe hozjajstvo Rossii. - 2013. – Т.25. - №1. – S. 70-72
2. Semenovodstvo sorgo zernovogo v Rostovskoj oblasti/ A.V. Alabushev, V.V. Kovtunov, N.A. Kovtunova, S.I. Gorpnichenko// Agrarnaja nauka Evro – Severo – Vostoka. – 2016. – № 1. – S.12 – 15.
3. Ishodnyj material dlja selekcii sorgo zernovogo/ V.V. Kovtunov, S.I. Gorpnichenko, N.A. Beseda. – Vestnik agrarnoj nauki Dona. – 2010. - №2. – S.76-80.
4. Korreljacionnye svjazi u sorgo zernovogo/ V.V. Kovtunov, N.A. Kovtunova// Sb. Rol' botanicheskikh sadov v sohranении i monitoringe bioraznoobrazija. Mezhdunar. nauch. konf., posvjashh. 100 – letiju JuFU. – 2015. – S.390-393.
5. Sostojanie i problemy selekcii sorgo zernovogo/A.V. Alabushev, S.I. Gorpnichenko, V.V. Kovtunov. – Zernovoe hozjajstvo Rossii. – 2013. – Т. 29. - №5. - S.5-9.
6. Vlijanie meteorologicheskikh uslovij na osnovnye hozjajstvenno-cennye priznaki sorgo sahnogo/ N.A. Kovtunova, G.M. Ermolina, E.A. Shishova. – Zernovoe hozjajstvo Rossii. - 2013. – Т. 25. - №1. - S.31-34.
7. Beseda, N.A. Podbor ishodnogo materiala sorgo zernovogo v selekcii na produktivnost'/ N.A. Beseda//Agrarnyj vestnik Urala. – 2010. - № 12. – S.5 - 6.
8. Kostylev, P.I. Svjaz' urozhajnosti risa, summy aktivnyh temperatur i osadkov v Rostovskoj oblasti/ P.I. Kostylev, E.V. Krasnova, A.A. Red'kin, M.V. Teslja. – Zernovoe hozjajstvo Rossii. – 2016. – Т.44. - №2. – S.41-45.
9. Bel'tjukov, L.P. Udobrenija zernovogo sorgo/L.P. Bel'tjukov, N.A. Kljuchnikov. – Zernograd, FGOU VPO AChGAA, 2010. – 136.
10. Bel'tjukov, L.P. Sорт, tehnologija, urozhaj/ L.P. Bel'tjukov. – Ростов н/Д.: ООО «Терра Принт», 2007. – 160 с.
11. Zonal'nye sistemy zemledelija Rostovskoj oblasti (na period 2013-2020 gg.) //Pod obshh. red. V.N. Vasilenko [Bondarenko S.G. i dr.] – Ростов-на-Дону: ООО «Донской издательский дом», 2013.- Ч.2. – 272 с.

12. Rekomendacii po vzdelyvaniju sorgo zernovogo/ A.V. Alabushev, S.I. Gorpinichenko, G.V. Metlina, V.V. Kovtunov, S.A. Vasil'chenko, O.A. Lushpina, O.D. Sharova. – Rostov n/D: ZAO «Kniga», 2013. – 32 s.

13. Dospheov, B.A. Metodika polevogo opyta/ B.A. Dospheov. – M.: Kolos, 1985. – 335 s.