

УДК 633.18:632.488.42:575

П.И. Костылев, доктор сельскохозяйственных наук;
Е.В. Краснова, кандидат сельскохозяйственных наук;
А.А. Редкин, кандидат сельскохозяйственных наук,

М.В. Тесля,
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
зерновых культур имени И.Г. Калининко,
(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; p-kostylev@mail.ru)

СВЯЗЬ УРОЖАЙНОСТИ РИСА, СУММЫ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты сравнительного анализа урожайности зерна риса в Ростовской области и ФГУП «Пролетарское» и погодных условий в период вегетации риса, т.е. с мая по сентябрь. С помощью корреляционного и регрессионного анализа выявлено влияние суммы биологически активных температур (БАТ) воздуха и количества осадков во время роста риса на его урожайность. Исследования и статистическая обработка урожайных данных выполнены на примере пяти рисосеющих районов Ростовской области. Данные по производству риса получены из Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. Образцы контрольного питомника изучали в лаборатории риса ВНИИЗК. Взаимосвязи продуктивности риса, температурного режима и осадков в течение вегетационного периода выявлены за период с 2001 по 2015 гг. В результате исследований установлено, что температура воздуха в течение вегетационного периода существенно влияет на урожайность зерна риса, которая в целом закономерно увеличивается с улучшением теплообеспеченности на 0,32-0,34 т/га с каждыми 100°С. Осадки отрицательно влияли на урожайность риса. Каждые 100 мм осадков снижали урожайность риса на 0,74 т/га в Ростовской области и на 0,68 т/га в г. Пролетарске по сортам КП. Поскольку климат в последние годы стал суше и теплее, в Ростовской области стало возможным выращивать сорта с более продолжительным периодом вегетации, чем раньше. Поэтому подбор сортов и агротехнические приёмы при возделывании риса в Ростовской области должны быть направлены на рациональное использование тепловых ресурсов, особенно в начале и в конце вегетационного периода.

***Ключевые слова:** рис, урожайность, биологически активная температура, сумма осадков, взаимосвязь, корреляция, регрессионный анализ*

P.I. Kostylev, Doctor of Agricultural Sciences;
E.V. Krasnova, Candidate Agricultural Sciences;
A.A. Redkin, Candidate Agricultural Sciences;

**Yu.P. Kalievskaya,
M.V. Teslya**

*FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: p-kostylev@mail.ru)*

CORRELATION OF RICE PRODUCTIVITY, AMOUNT OF ACTIVE TEMPERATURE AND PRECIPITATION IN THE ROSTOV REGION

The article has presented the results of the comparative analysis of rice productivity in the Rostov region and FSTI “Proletarskoe” and weather conditions in the period of rice vegetation from May to September. Due to the correlation and regressive analysis we have determined the effect of the amount of biologically active air temperatures (BAT) and the amount of precipitations during rice growing on its productivity. The researches and statistic processing of the yield data have been done among five rice-growing parts of the Rostov region. The data about rice production were received from the Ministry of Agriculture and Food of the Rostov region. The samples of the control farm were studied in the laboratory of rice-growing in ARRIGC. The interrelation of rice productivity, temperature regime and precipitations during the vegetation period were analyzed from 2001 till 2015. The results of the study showed that the air temperature during the vegetation period greatly influenced on rice productivity, and increased it on 0.32-0.34 t/ha with the improvement of heat supply on every 100°C. The precipitations negatively influenced on rice productivity. Every 100 mm of them reduced rice productivity on 0.74 t/ha in the Rostov region and on 0,68 t/ha in “Proletarskoe”. As the climate in the Rostov region became dryer and hotter during the last years, it became possible to grow the varieties with longer period of vegetation, than before. Thus the choice of the varieties and agrotechnical methods of their cultivation in the Rostov region should be directed to the efficient use of temperature resources, especially at the beginning and at the end of the vegetation period.

Keywords: *rice, productivity, biologic active temperature, amount of precipitations, interrelation (correlation), regressive analysis.*

Рис – культура гарантированных урожаев. Тем не менее, его урожайность подвержена колебаниям по годам, особенно в северных районах рисосеяния. Основная причина этих колебаний связана с неблагоприятными изменениями температурного режима вегетационного периода [1].

Рис в Ростовской области выращивается в северной части ареала его распространения. Поэтому его обеспеченность климатическими ресурсами, в первую очередь теплом и фотосинтетической активной радиацией, очень низкая. Поэтому

производство риса в значительной степени зависит от погодных условий (температура и влажность воздуха, осадки и период их выпадения, скорость ветра, солнечная активность). По данным Шеуджена А.Х. и др., вклад погодных условий в период вегетации риса в формирование продуктивности составляет 30-40%, а сортов и технологии возделывания – 60-70%. Корреляция урожайности зерна риса с обеспеченностью теплом периода вегетации в их исследованиях составляла 0,79 и выше [2].

В работе Шиловского В.Н. и Рубана В.Я. [3] показано, что в условиях Краснодарского края сумма среднесуточных температур до полной спелости зерна у 9 сортов за 3 контрастных года (2005-2007гг.) положительно коррелировала с урожайностью ($0,54 \pm 0,16$) и числом продуктивных стеблей на 1 м^2 к уборке ($0,39 \pm 0,16$).

В исследованиях Харитонова Е.М. и др. [4] установлено, что повышенный температурный режим в период трубкования риса стимулировал формирование высокой потенциальной и реальной продуктивности метелки, в результате чего урожайность сорта Рапан повысилась на 22,2% по сравнению с предыдущим более прохладным годом [4].

По мнению Воробьева Н.В. и Скаженника М.А. [5], главным фактором образования высокопродуктивной метелки является не продолжительность формирования ее структур, а скорость притока к ней исходных метаболитов, биосинтез которых и транспорт их к метелке у теплолюбивого риса идут более интенсивно при температуре 25-27°C.

Колосков П.И. считает, что урожайность риса в интервале от 3,0 до 6,0 т/га в зоне умеренного климата находится в прямой зависимости от температуры. Урожайность риса в этой зоне в среднем прибавляется на 1 ц с увеличением суммы температур вегетационного периода на 12°C [6].

Эта проблема существует и в других странах мира. Angus et al. [7] сообщали, что в Австралии изменчивость урожайности, связанная с низкими температурами, является основной проблемой для производства и приводит к сокращению урожая на 20-30%. Ими предложена модель, описывающая эту проблему с точки зрения стерильности цветков, задержки развития и общего снижения уровня ассимиляции.

Эта тема актуальна также и для других культур, в частности, для сорго. Во ВНИИЗК корреляционный анализ показал среднюю положительную связь урожайности зерна и зеленой массы сахарного сорго с количеством осадков за вегетацию [8].

Цель исследования – выявить изменение урожайности риса в зависимости от погодных условий Ростовской области.

Материалы и методы. Наши исследования и статистическая обработка урожайных данных выполнены на примере пяти рисосеющих районов Ростовской области. Данные по производству риса получены из Министерства сельского хозяйства и

продовольствия Ростовской области. Взаимосвязи продуктивности риса, температурного режима и осадков в течение вегетационного периода выявлены за период с 2001 по 2015 гг. В этот период в рисосеющих районах области применялись идентичные технологии возделывания риса и сходный комплект сортов.

Сорта и образцы контрольного питомника изучали в ФГУП «Пролетарское» Ростовской области. Культивирование растений проводили согласно Руководству по технологии выращивания риса [9]. Семена высевали сеялкой ССФК-7 на 6-рядковых делянках площадью 25 м² в двукратной повторности с нормой посева 800 зерен на 1 м². Уборку проводили напрямую комбайном KS-575. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью компьютерной программы Excel 2000.

Погодные условия взяты за период «май-сентябрь» по данным метеостанции поселка Гигант. Сумму биологически активных температур (БАТ) рассчитывали, как сумму среднесуточных температур выше 15°C.

Результаты. Анализ метеоусловий показал большую изменчивость суммы биологически активных температур и осадков за последние 15 лет (табл. 1). Самыми холодными были 2001 и 2005 годы, наиболее теплыми – 2010 и 2015 годы. Сумма БАТ варьировала от 3023,5 до 3637,7°C. При этом среднемноголетняя температура составила 2983°C. Сумма осадков за 5 месяцев варьировала от 115,8 (2012 г.) до 346,4 мм (2005 г.). Среднемноголетнее их количество составляет 260 мм.

Урожайность риса в Ростовской области высоко положительно коррелировала с суммой активных температур ($r=0,79\pm 0,12$) и средне отрицательно с суммой осадков ($r=-0,49\pm 0,11$).

1. Погодные условия и урожайность риса за 15 лет

Годы	Сумма БАТ, °С	Сумма осадков, мм	Урожайность, т/га	Площадь, тыс. га	Вал, тыс. т
2001	3023,5	233,4	2,92	12,1	35,3
2002	3043,3	201,0	3,45	11,2	38,6
2003	3100,2	254,0	2,61	11,3	29,6
2004	3025,2	231,9	2,86	8,7	24,9
2005	3142,1	346,4	3,46	9,6	33,2
2006	3242,7	272,4	3,37	13,0	43,8
2007	3554,3	132,1	4,13	12,6	52,0
2008	3161,9	235,0	3,44	13,0	44,7
2009	3348,7	239,5	4,21	14,8	62,4
2010	3637,7	196,1	4,48	14,6	65,3

2011	3332,1	239,2	3,89	15,2	59,1
2012	3459,8	115,8	4,65	14,4	66,8
2013	3297,4	231,2	4,94	14,2	70,1
2014	3401,9	154,7	4,35	14,3	62,2
2015	3504,7	184,2	5,77	14,9	86,2
Средние	3285,0	217,8	3,90	12,9	51,6
Средне-многолетние	2983,0	260,0	-	-	-

Регрессионный анализ позволил установить, что при увеличении суммы БАТ в период «май-сентябрь» на 100°С урожайность зерна риса повышается на 0,34 т/га (рис. 1). Эта зависимость выражается уравнением линейной регрессии вида: $y = 0,0034x - 7,2621$. Относительно высокая урожайность риса (свыше 4 т/га) в Ростовской области формировалась в годы с суммой БАТ более 3300 °С.

Возник вопрос, насколько правильно сравнивать метеоданные Сальского района с урожайностью рисовых хозяйств из пяти районов Ростовской области: Пролетарского, Сальского, Волгодонского, Мартыновского и Багаевского?

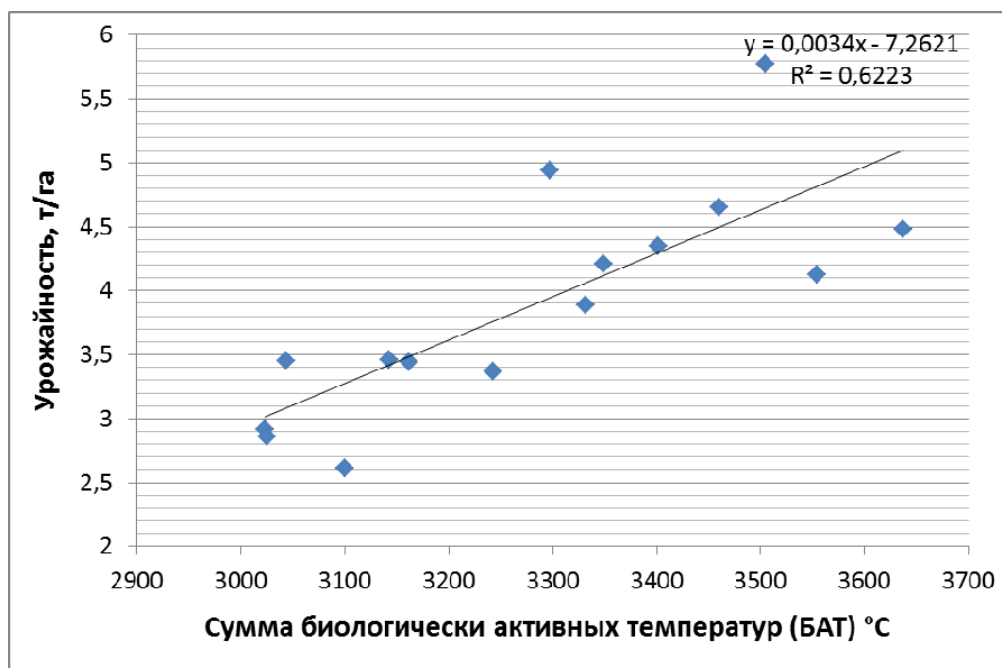


Рис. 1. Влияние суммы биологически активных температур на урожайность риса в Ростовской области

Поэтому мы провели аналогичный анализ по средней урожайности образцов контрольного питомника лаборатории селекции и семеноводства риса ВНИИЗК за те же 15 лет. Они культивировались в ФГУП «Пролетарское», расположенном в Пролетарском районе, где сосредоточены основные площади под рисом в области. Ежегодный объем

питомника составлял 120 образцов различного происхождения, что нивелировало влияние сортовых особенностей и позволяло получить более объективную информацию.

Регрессионный анализ показал, что при увеличении суммы БАТ в период вегетации риса на 100°C урожайность зерна повышалась на 0,32 т/га (рис. 2). Эта зависимость выражается уравнением линейной регрессии вида: $y = 0,0032x - 4,0746$. Коэффициент корреляции между этими признаками составил $0,60 \pm 0,11$, а коэффициент детерминации $R^2 = 0,36$.

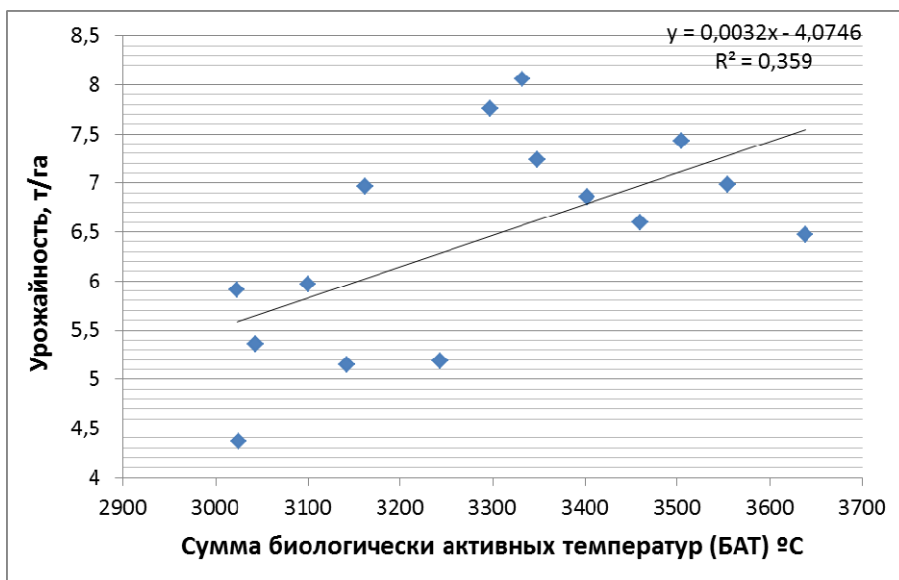


Рис. 2. Влияние суммы биологически активных температур на урожайность риса в контрольном питомнике (г. Пролетарск)

Таким образом, несмотря на территориальные, сортовые и урожайные различия, в обоих случаях получены очень близкие закономерности: повышение суммы температур на 100°C увеличивает урожайность зерна на 0,32-0,34 т/га.

В отличие от суммы БАТ сумма осадков за вегетацию риса, наоборот, имела среднюю отрицательную корреляцию с урожайностью зерна. Так, по области в целом она имела величину $r = -0,49 \pm 0,11$, а в ФГУП «Пролетарское» $r = -0,37 \pm 0,11$. Эта зависимость выражается уравнениями линейной регрессии вида: $y = -0,0074x + 5,51$ и $y = 0,0068x + 7,90$. Коэффициенты детерминации составили 0,24 и 0,13 соответственно. Таким образом, влияние суммы осадков на урожайность также было идентичным как в Ростовской области, так и в г. Пролетарске, по данным КП. Каждые 100 мм осадков снижали урожайность риса на 0,74 т/га (рис. 3) или на 0,68 т/га (рис. 4).

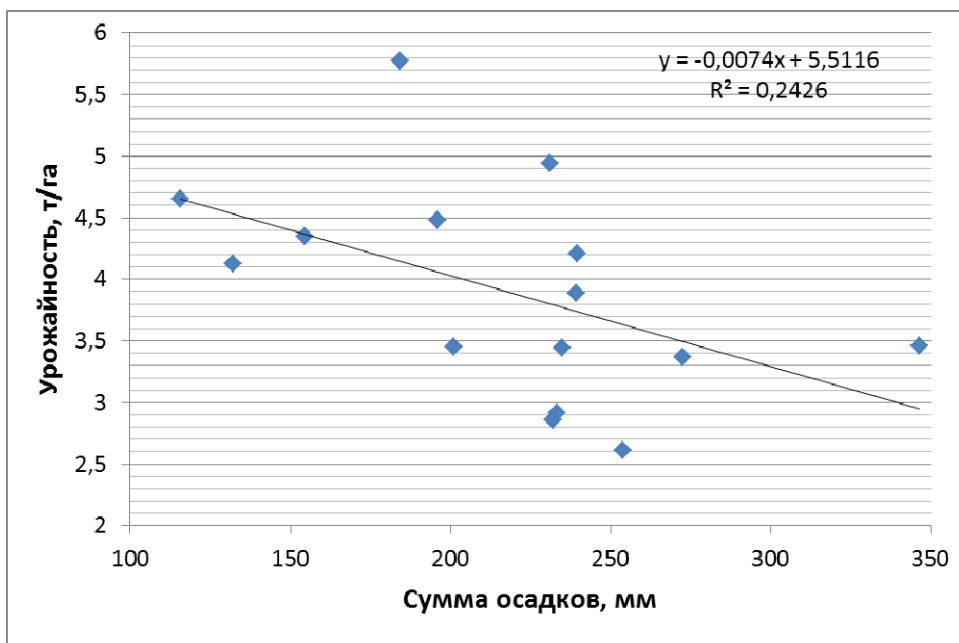


Рис. 3. Влияние суммы осадков на урожайность риса в Ростовской области

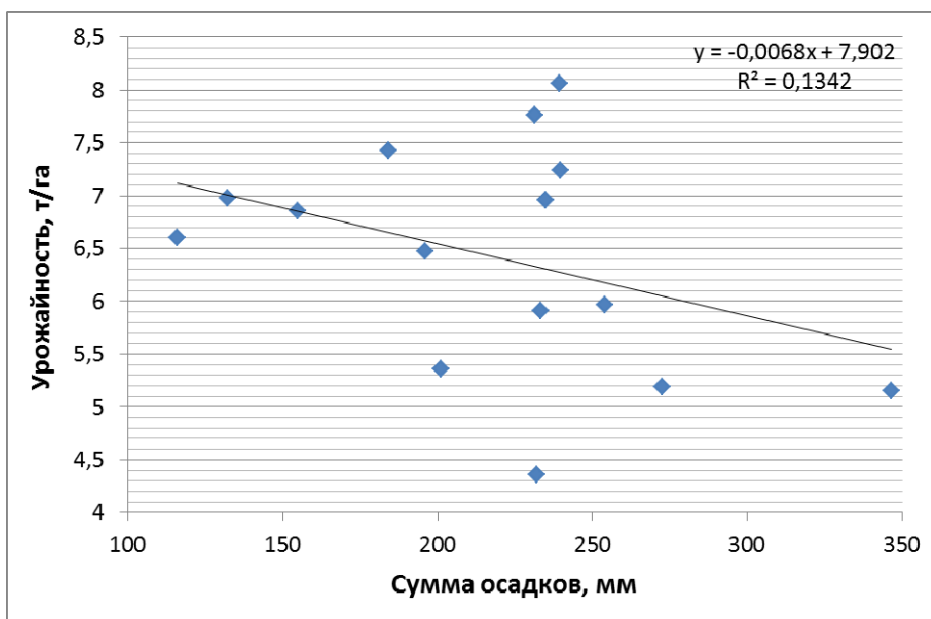


Рис. 4. Влияние суммы осадков на урожайность риса в контрольном питомнике
(г. Пролетарск)

Однако на урожайность зерна риса влияет не просто сумма осадков, а их распределение в течение вегетационного периода и количество воды, выпавшее за один дождь. Осадки в начале вегетации при выращивании риса с технологией получения всходов по естественным запасам влаги являются весьма полезными и своевременными, августовские дожди во время цветения и налива могут спровоцировать развитие пирикулярриоза, а сентябрьские – помешать высыханию соломы и нормальной уборке, способствуя потерям зерна. Так, на рисунке 3 видно, что при сумме осадков 230-240 мм

урожайность в Ростовской области колебалась по годам от 2,8 до 5 т/га, а в КП – от 4,4 до 8,1 т/га.

Поскольку климат в последние годы стал суше и теплее, в Ростовской области стало возможным выращивать сорта с более продолжительным периодом вегетации, чем раньше. Поэтому подбор сортов и агротехнические приёмы при возделывании риса должны быть направлены на рациональное использование тепловых ресурсов, особенно в начале и в конце вегетационного периода.

Выводы

1. Температура воздуха в течение вегетационного периода существенно влияет на урожайность зерна риса, которая в целом закономерно увеличивается с улучшением теплообеспеченности на 0,32-0,34 т/га с каждыми 100°С.
2. Осадки отрицательно влияли на урожайность риса. Каждые 100 мм осадков снижали урожайность риса на 0,74 т/га в Ростовской области и на 0,68 т/га в г. Пролетарске по сортам контрольного питомника.
3. Подбор сортов и агротехнические приёмы при возделывании риса в Ростовской области должны быть направлены на рациональное использование тепловых ресурсов, особенно в начале и в конце вегетационного периода.

Литература

1. Чамышев, А.В. Оценка климатических ресурсов Нижнего Поволжья для целей рисосеяния / А.В. Чамышев // Известия Оренбургского ГАУ. – 2010. – № 3. – С. 18–19.
2. Шеуджен, А.Х. Теплообеспеченность периода вегетации и урожайность риса / А.Х. Шеуджен, Г.А. Галкин, Т.Н. Бондарева // Рисоводство.– 2007. – 11. – С.24-28.
3. Шиловский, В.Н. Формирование урожая риса в зависимости от погодных условий 2005-2007 годов / В.Н. Шиловский, В.Я. Рубан // Рисоводство.– 2008. – 12. – С.13-16.
4. Харитонов, Е.М. Влияние температуры на формирование урожая и элементов его структуры у сортов риса / Е.М. Харитонов, Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник // Рисоводство.– 2008. – 13. – С.18-23.
5. Воробьев, Н.В. Формирование элементов структуры урожая риса в зависимости от температуры и уровня минерального питания / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник // С.-х. биология. – 1988. –№ 6.– С.17-20.
6. Колосков, П.И. Климатические факторы сельского хозяйства и агроклиматическое районирование / П.И. Колосков. – Л., 1971. – 328 с.

7. Angus J.F., Bacon P.E., Reinke R.F., Williams R.L. Rice yield variability in Australia in relation to cool-temperature damage, N fertilizer and water depth / In proceed. Third symp. on the impact of climatic change on agricultural production in the Pacific Rim Central Weather Bureau, Taipei, 1993. – P. 11-28.

8. Ковтунова, Н.А. Влияние метеорологических условий на основные хозяйственно-ценные признаки сорго сахарного / Н.А. Ковтунова, Г.М. Ермолина, Е.А. Шишова // Зерновое хозяйство России.– 2013. – № 1. – С. 31-34.

9. Костылев, П.И. Руководство по технологии выращивания риса / П.И. Костылев, В.И. Степовой, В.В. Бредихин, Р.Ю. Сластухин // Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2008. – 48 с.

Literature

1. Chamyshev, A.V. Assessment of climatic resources of Nizhnee Povolzhie for rice growing / A.V. Chamyshev // News of Orenburg SAU. – 2010. – № 3. – PP. 18-19.

2. Sheudzhen A.Kh. Heat supply of the vegetation period and rice productivity / A.Kh. Sheudzhen, G.A. Galkin, T.N. Bondareva // Rice growing. – 2007. – 11. – PP.24-28.

3. Shilovsky, V.N. Rice yield formation depending on weather conditions 2005-2007 / V.N. Shilovsky, V.Ya. Ruban // Rice-growing.– 2008. – 12. – PP.13-16.

4. Kharitonov, E.M. Effect of temperature on formation of rice yield and elements of its structure / E.M. Kharitonov, N.V.Vorobiev, M.A. Skazhennik // Rice-growing.– 2008. – №13. – PP.18-23.

5. Vorobiev, N.V. Formation of rice yield and elements of its structure depending on temperature and mineral fertilizing / N.V. Vorobiev, M.A. Skazhennik // Agricultural Biology. – 1988. – №6.– PP.17-20.

6. Koloskov, P.I. Climatic factors of agriculture and agroclimatic zoning / P.I. Koloskov. – L., 1971. – 328 p.

7. Angus, J.F. Rice yield variability in Australia in relation to cool-temperature damage, N fertilizer and water depth / J.F. Angus, P.E. Bacon, R.F. Reinke, R.L. Williams // In proceed. Third symp. on the impact of climatic change on agricultural production in the Pacific Rim Central Weather Bureau, Taipei, 1993. – P. 11-28.

8. Kovtunova, N.A. Influence of meteorological conditions on main economic-valuable traits of sweet sorghum / N.A. Kovtunova, G.M. Ermolina, E.A. Shishova // Grain Economy of Russia. – 2013. – № 1. – PP. 31-34.

9. Kostylev, P.I. Recommendations on technology of rice-growing / P.I. Kostylev, V.I. Stepovoy, V.V.Bredikhin, R.Yu. Slastukhin. – Rostov-on-Don. ZAO “Kniga”, 2008. – 48 p.