

В.Л. Газе, научный сотрудник;
В.А. Лиховидова, младший научный сотрудник;
В.М. Шарова, старший научный сотрудник;
Н.Н. Анисимова, научный сотрудник;
Л.Н. Лютова, младший научный сотрудник,
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им.
И.Г. Калининко (347740, г. Зерноград, Научный городок 3, e-mail: vniizk30@mail.ru)

ОСТАТОЧНЫЙ ВОДНЫЙ ДЕФИЦИТ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, КАК ОДИН ИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ

Представлены данные по величине остаточного водного дефицита (ОВД) озимой мягкой пшеницы в разные фазы развития растений и в разных условиях выращивания. Выявлены сорта с минимальным приростом (от 0,5 до 13,7%) остаточного водного дефицита в фазу молочной спелости по сравнению с фазой цветения (Аскет, Лидия, Изюминка). Установлено влияние водного стресса на величину продуктивности и элементы структуры урожая (масса и число зерен с главного колоса, масса 1000 семян, густота продуктивного стеблестоя). Наименьшее снижение густоты продуктивного стеблестоя в опыте по отношению к контролю отмечено у сортов Аскет, Капитан, Капризуля, Лилит. Выявлено максимальное снижение числа зерен с главного колоса в опыте по сравнению с контролем у сорта Краса Дона и линии 352/11 на 44 и 40 % соответственно, а минимальное снижение (5%) зафиксировано у образца 110/11. Наибольшее снижение массы 1000 семян в условиях засухи по сравнению с оптимальными условиями отмечено у образца 1210/10 (на 35%), а минимальное снижение массы 1000 семян – у образцов 352/11, Казачка, 110/11 (на 9, 15 и 10 % соответственно). Высокую продуктивность в условиях засухи показали сорта озимой мягкой пшеницы Лучезар (301,8 г/м²), 110/11 (305,2 г/м²), Казачка (268,5 г/м²), 108/11 (296,8 г/м²). Проведена корреляционная связь показателей остаточного водного дефицита растений озимой мягкой пшеницы с величиной урожайности в условиях недостаточного увлажнения $r=0,80$ и в оптимальных условиях $r=0,32$.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, водный дефицит, продуктивный стеблестой, масса зерна, масса 1000 семян, число зёрен с главного колоса, урожайность.

V.L. Gaze, research associate;
V.A. Likhovidova, research associate;

V.M. Sharova, senior research associate;
N.N. Anisimova, research associate;
L.N. Lyutova, junior research associate
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: l: yniizk30@mail.ru)

RESIDUAL WATER DEFICIT OF WINTER WHEAT AS ONE OF THE TRAITS OF DROUGHT TOLERANCE

The article presents the data of the amount of residual water deficit (RWD) of winter soft wheat in various stages of development and growing conditions. There have been found the varieties with a minimum increase (from 0.5% to 13.7%) of residual water deficit in a milk-ripe stage in comparison with a flowering stage ('Asket', 'Lidiya' and 'Izyuminka'). It has been determined the effect of water stress on the productivity and elements of yield structure (weight of head, number of kernels per head, 1000-seed weight, density of productive stand). The varieties 'Asket', 'Kapitan', 'Kaprizulya' and 'Lilit' showed the least decrease of density of productive stand compared with the control. The variety 'Krasa Dona' and the line '352/11' showed the maximum reduce of number of kernels per head on 44% and 40% respectively (compared with the control) and the sample '110/11' showed the minimum decrease of the element (5%). The sample '1210/10' showed the largest decrease of 1000-seed weight (35%), the minimum decrease of the trait was established for the samples '352/11', 'Kazachka' and '110/11' (9%, 15%, 10% respectively). The winter soft wheat varieties 'Luchezar' and 'Kazachka', the lines '110/11' and '108/11' produced the largest yields in dry conditions (301.8 g/m², 268.5 g/m², 305.2 g/m², 296.8 g/m² respectively). There has been carried out correlation of the indexes of residual water deficit of winter soft wheat with the amount of productivity in the conditions of insufficient moisture $r=0.80$ and in the conditions of optimal humidity $r=0.32$.

Keywords: *winter soft wheat, water deficit, productive stand, weight of kernels, 1000-seed weight, number of kernels per head, productivity.*

Введение. Проблема повышения засухоустойчивости сельскохозяйственных растений приобретает все большее значение в зонах недостаточного увлажнения нашей страны. Выявление материала с устойчивостью к почвенной и воздушной засухам в сочетании с высокой продуктивностью зерна является важнейшей задачей [1].

Устойчивость растений к засухе во многом определяется водным режимом. Излишняя потеря воды растением приводит к нарушению водного режима и образованию водного дефицита, степень которого может характеризовать уровень засухоустойчивости [2].

Существует понятие «ОВД», введенное Л.С. Литвиновым, под которым понимают дефицит, наблюдаемый у растений рано утром перед восходом солнца, он образуется в

том случае, если растение за ночь не сумело восполнить ту убыль воды, которая произошла в течение дня. Остаточный водный дефицит, наблюдаемый у растений утром, является надежным показателем степени засухоустойчивости, так как он отражает кроме водоудерживающей способности растений способность переносить обезвоживание.

Материалы и методы. Исследования проводили в условиях модельной засухи («засушник») в 2014-2016гг. В исследованиях были использованы сорта и линии озимой мягкой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калининко (20 образцов).

1. Испытания сортов на засухоустойчивость в условиях модельной засухи («засушник»), метод В.В. Маймистова (1984 г.)

На площадке устанавливают стеллажи размерами (2м х 4м х 0,6 м), расположенные на высоте 0,6 м от поверхности земли. Засыпают землей. Делают однометровые рядки с расстоянием между ними 0,15 м.

Делянка – 3 рядка.

Площадь делянки: $S=1\text{м} \cdot 0,15 \cdot 3=0,45\text{м}^2$

Развитие растений пшеницы до VI фазы органогенеза (рост стебля) проходило в опыте и в контроле в идентичных условиях. Начиная с этой фазы развития и до восковой спелости зерна, растения в опыте выращивали в условиях нарастающей засухи (30 % ПВ и ниже), а в контроле – при оптимальном увлажнении (70% ПВ, полив). Образцы высевали в четырехкратной повторности.

2. Определение остаточного водного дефицита, метод Л.С. Литвинова (1988г.)

Результаты. Один из показателей, который необходимо учитывать при оценке засухоустойчивости сортов, – это водный баланс растений в утренние часы [3].

Водный дефицит листьев пшеницы ранним утром, когда происходит наиболее полное восполнение дневных потерь воды, составил в условиях «засухи» (опыт) в фазу цветения растений 13,1-35,2% (рис.1).

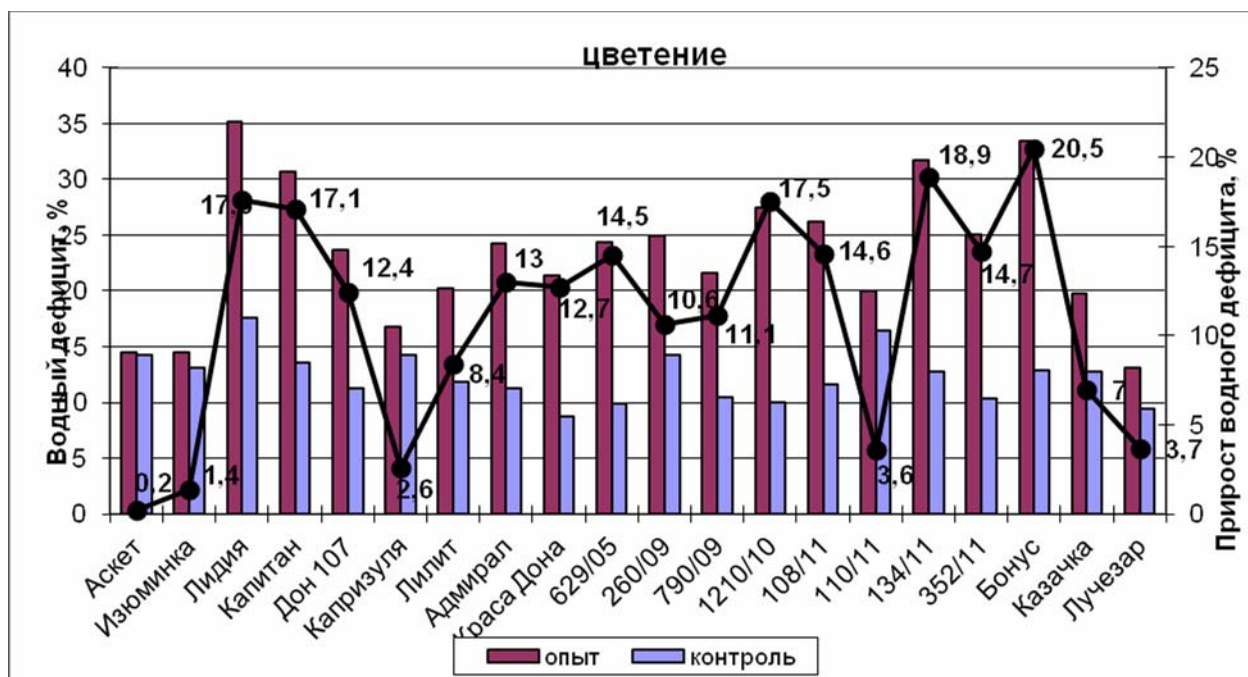


Рис. 1. Изменение остаточного водного дефицита листьев озимой пшеницы в условиях модельной засухи («засушник») в фазу цветения

Наиболее сильному обезвоживанию в фазу цветения подверглись сорта Лидия, Бонус и линия 134/11, их водный дефицит составил 35,2, 33,4 и 31,7% соответственно, а с наименьшей потерей воды «засуху» перенесли сорта Лучезар (13,1%), Аскет, Изюминка (14,5%), Капризуля (16,8%) и Казачка (19,8%). Максимальный прирост водного дефицита по сравнению с контролем отмечен у образцов Бонус, Лидия, 134/11, 1210/10 и составил от 17,5 до 20,5%. Минимальный прирост остаточного водного дефицита в опыте по сравнению контролем, а значит и лучше перенесли водный стресс сорта Аскет, Изюминка, Капризуля, 110/11, Лучезар, у которых показатель находился в пределах от 0,2 до 3,7%.

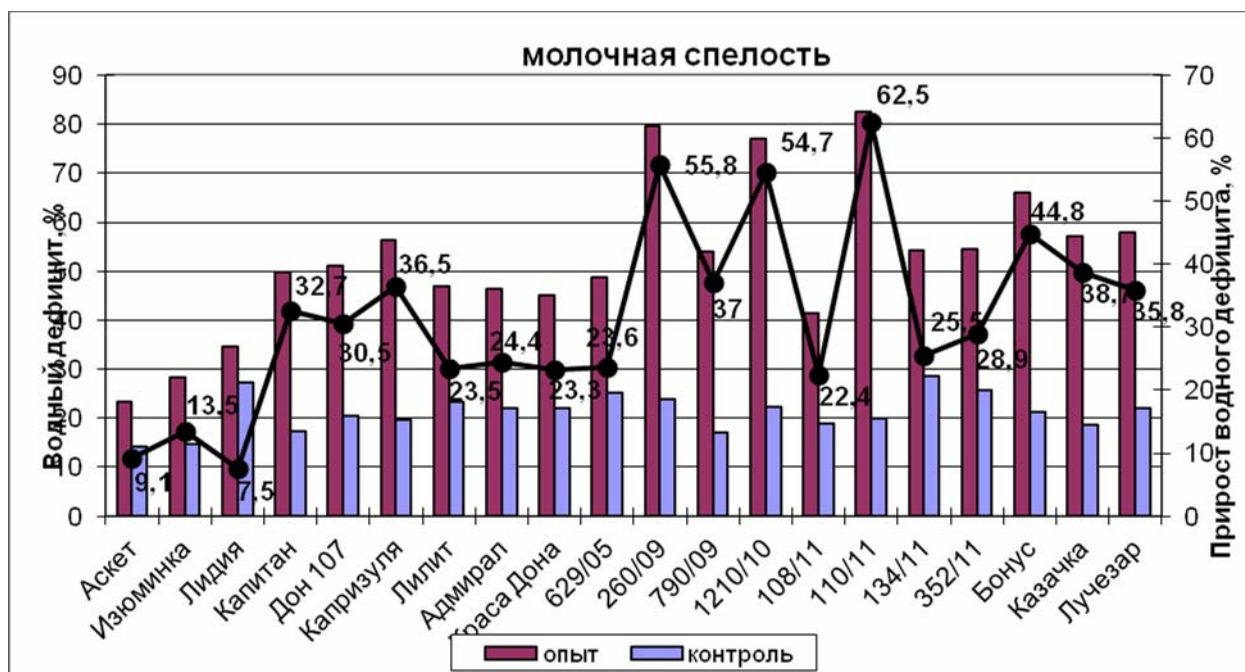


Рис. 2. Изменение остаточного водного дефицита листьев озимой пшеницы в условиях модельной засухи («засушник») в фазу молочной спелости зерна

В процессе усиления засухи ОВД в фазу молочной спелости зерна находился пределах 23,3– 79,6% (рис. 2). Наименьший остаточный водный дефицит в эту фазу в опыте отмечен у сортов Аскет (23,3%) и Изюминка (28,2%), а наибольший дефицит влаги в листьях – у линий 1210/10 и 260/09 (76,9 и 79,6 % соответственно). Причиной увеличения водного дефицита листьев до таких значений могут являться необратимые нарушения метаболизма в условиях стресса. Высокий уровень адаптивности к водному стрессу и минимальный прирост водного дефицита в фазу молочной спелости отмечен у сортов Аскет (9,1%), Лидия (7,5%), Изюминка (13,5%).

Наибольший прирост водного дефицита в условиях засухи от фазы цветения к фазе молочной спелости наблюдался у образцов 1210/10, 260/09 и 110/11 (37,2; 45,2; 58,9% соответственно). Минимальный прирост водного дефицита в условиях недостаточного увлажнения зафиксирован у образцов Аскет (8,9%), 108/11(7,8%), 134/11 (6,6%), Изюминка (12,1%), 629/05 (9,1%), Адмирал (11,4%), Краса Дона (10,6%) (рис.3).

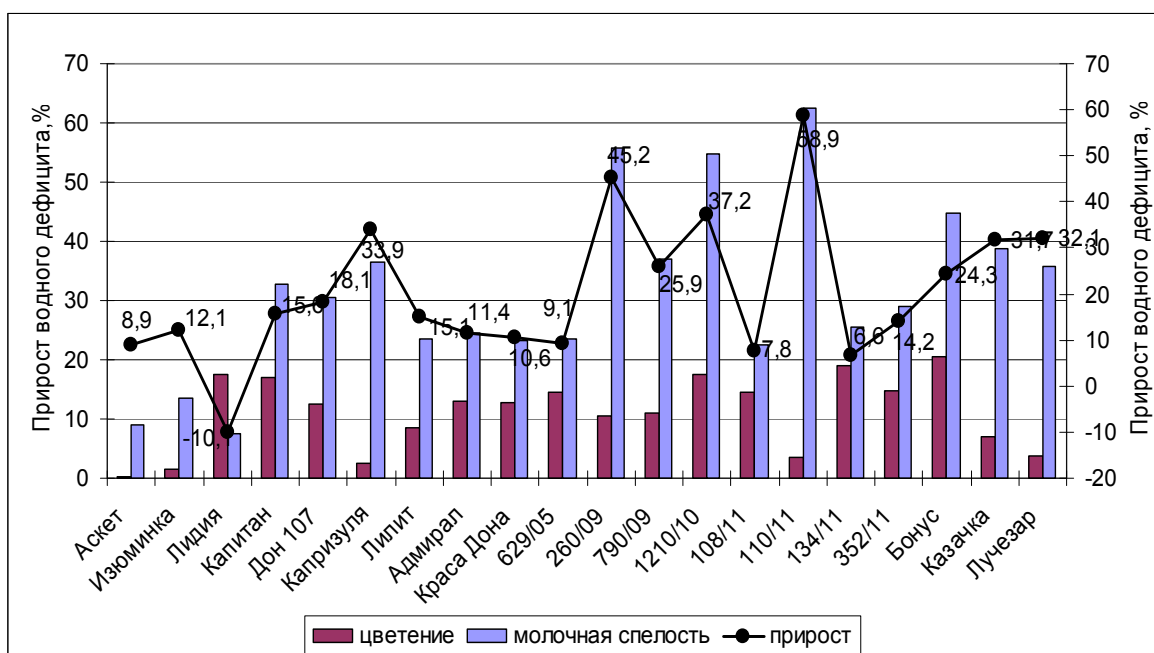


Рис. 3. Прирост водного дефицита листьев озимой пшеницы в условиях жесткой засухи в фазы цветения и молочной спелости

Высокий уровень засухоустойчивости в разные фазы органогенеза, который демонстрируют эти сорта, объясняется быстрой реакцией их водного баланса на изменение условий внешней среды, то есть проявление адаптивных свойств при воздействии стресса. Одним из главных показателей, определяющих реакцию сортов озимой пшеницы на недостаточную влагообеспеченность, является величина его продуктивности. Водный стресс, действующий с фазы роста стебля, оказал заметное влияние на формирование структуры урожая.

Реакция растений на недостаток влаги и уровень снижения продуктивности образцов озимой пшеницы была различной (см. таблицу).

Изменение структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания («засушник»)

№ п/п	СОРТ	Густота продуктивного стеблестоя, шт/м ²			Кол-во зерен главного колоса, шт			Масса зерна главного колоса, г			Масса 1000 семян, г			Урожайность зерна, г/м ²		
		опыт	кон- троль	% к контр	опыт	кон- троль	% к контр	опыт	кон- троль	% к контр	опыт	кон- троль	% к контр	опыт	кон- троль	% к контр
1	Аскет	277	284	98	19	29	66	0,70	1,19	59	34,7	45,4	76	265,1	545,3	49
2	Изюминка	304	271	112	16	24	67	0,52	0,93	56	38,0	46,6	82	260,2	521,9	50
3	Лидия	304	264	115	15	22	68	0,48	0,99	48	33,3	48,8	68	213,4	503,6	42
4	Капитан	284	290	98	18	23	78	0,64	1,0	64	40,3	49,3	82	258,5	475,3	54
5	Дон 107	277	271	102	20	24	83	0,64	0,95	67	34,2	43,0	80	278,5	408,6	68
6	Капризуля	271	277	98	23	26	88	0,69	1,02	68	32,7	46,7	70	270,2	532,0	51
7	Лилит	290	297	98	17	23	74	0,48	0,99	48	38,0	47,4	80	190,1	451,9	42
8	Адмирал	323	277	117	17	26	65	0,38	1,02	37	35,3	41,1	86	168,4	501,9	34
9	Краса Дона	310	297	104	15	27	56	0,44	1,14	39	40,3	47,0	86	178,5	455,2	39
10	629/05	290	277	105	16	25	64	0,44	1,07	41	38,6	48,9	79	156,1	345,2	45
11	260/09	304	290	105	17	24	71	0,40	0,93	43	33,3	44,7	75	203,5	435,3	47
12	790/09	310	297	104	16	19	84	0,50	0,85	59	39,0	49,1	79	213,4	376,9	57
13	1210/10	290	290	100	20	23	87	0,55	0,93	59	29,8	45,9	65	245,0	440,3	56
14	108/11	257	284	90	22	28	79	0,63	1,18	53	35,7	47,5	75	296,8	485,3	61
15	110/11	284	231	123	20	21	95	0,70	0,85	82	38,1	44,7	85	305,2	410,2	74
16	134/11	284	257	111	21	28	75	0,64	1,16	55	35,5	45,7	78	261,8	565,3	46
17	352/11	290	284	102	18	30	60	0,61	1,12	54	38,4	42,3	91	250,2	463,6	54
18	Бонус	290	290	100	17	23	74	0,55	1,03	53	40,4	49,3	82	213,5	403,6	53
19	Казачка	257	290	89	17	26	65	0,69	1,06	65	36,8	41,0	90	268,5	388,5	69
20	Лучезар	290	290	100	16	26	62	0,62	1,07	58	43,4	45,7	95	301,8	356,9	85

Снижение числа продуктивных стеблей на 1м^2 является реакцией растений на водный стресс. У большинства изучаемых образцов отмечалось превышение числа продуктивных стеблей в опыте по сравнению с контролем от 2 до 23%. У образцов 1210/10, Бонус и Лучезар этот показатель был на уровне контроля. Наибольшее снижение продуктивных стеблей в опыте по отношению к контролю наблюдалось у образцов 108/11 (на 10%) и Казачка (на 11%). Минимальное снижение густоты на 2% зафиксировано у сортов Аскет, Капитан, Капризуля, Лилит.

Максимальное снижение числа зерен в колосе в условиях недостаточного водообеспечения по сравнению с контролем зафиксировано у сорта Краса Дона (15 шт., на 44%) и линии 352/11 (18 шт., на 40%), а у образца 110/11 (20шт.) снижение данного показателя было минимальным и составило 5%.

У всех изучаемых образцов в острозасушливых условиях наблюдалось снижение массы зерна с главного колоса по сравнению с оптимальными и было от 18 до 63%.

Максимальное снижение массы зерна в опыте по сравнению с контролем отмечено у сортов Адмирал (0,38г) и Краса Дона (0,44г) на 63 и 61%, а минимальное снижение этого показателя – у образца 110/11(0,70г) на 18%.

В условиях «засухи» по сравнению с достаточным увлажнением наибольшее снижение массы 1000 семян отмечено у образца 1210/10 (29,8г на 35%), а наименьшее снижение у образцов 352/11(38,4г), Казачка, (36,8г) 110/11 (38,1г) – на 10-15%, у сорта Лучезар этот показатель был на уровне контроля.

По результатам проведенных исследований высокая продуктивность зерна в условиях жесткой засухи отмечена у сортов Лучезар (301,8г/м), 110/11 (305,2г/м), Казачка (268,5г/м), Дон 107 (278,5г/м), 108/11 (296,8г/м), 790/09 (213,4г/м), Аскет (265,1г/м), 1210/10 (245,0г/м), Изюминка (260,2г/м). Проведена корреляционная связь показателей остаточного водного дефицита растений озимой мягкой пшеницы с величиной урожайности в условиях недостаточного увлажнения $r=0,80$, и с оптимальными условиями $r=0,32$.

Выводы

Устойчивость к засухе в течение всей вегетации озимой пшеницы зависит от водного режима растений. Высокий уровень адаптивности к водному стрессу и минимальный прирост водного дефицита по двум фазам развития отмечен у сортов Аскет, 108/11, 134/11, 629/05, Изюминка, Адмирал, Краса Дона. Чем сильнее засуха, тем существеннее влияние ОВД на элементы структуры урожая и на урожайность в целом. Высокая продуктивность зерна зафиксирована у сортов Лучезар (301,8г/м), 110/11 (305,2 г/м²), Казачка (268,5 г/м²), Аскет (265,1г/м²), Лидия (213,4г/м²), Изюминка (260,2г/м²)

Литература

1. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России /А.А. Жученко. – М.: ООО «Изд.-во Агрорус», 2004.– 1109 с.
2. Маймистов, В.В. Физиологические основы селекции озимой пшеницы на засухоустойчивость / В.В. Маймистов. – Краснодар, 2000. – 50с.
3. Литвинов, Л.С. Методы оценки засухоустойчивости / Л.С. Литвинов // Семеноводство. – 1988. – №6 – С.7-12.
4. Анисимова, Н. Н. Остаточный водный дефицит растений ярового ячменя, как один из показателей засухоустойчивости / Н.Н.Анисимова, Е.В. ИONOва // Зерновое хозяйство России. – 2015. – №6. – С.31-34.

Literature

1. Zhuchenko, A.A. resource potential of grain production in Russia / A.A. Zhuchenko. – М.: ООО «Pub.H. Agrorus», 2004. –1109 p.
2. Maymistov, V.V. Physiological basis of winter wheat breeding on drought resistance/V.V. Maymistov. – Krasnodar, 2000. – 50p.
3. Litvinov, L.S. Methods of assessment of drought resistance / L.S. Litvinov // Seed-growing.– 1988.– №6.– PP.7-12.
4. Anisimova, N.N. Water residual deficit of spring barley as one of the traits of drought tolerance / N.N. Anisimova, E.V. Ionova // Grain Economy of Russia.– 2015.– №6.– PP.31-34.