

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Л. Т. МАЛЬЦЕВА,
кандидат сельскохозяйственных наук,
Е. А. ФИЛИПОВА,
старший научный сотрудник,
Н. Ю. БАННИКОВА,
старший научный сотрудник,
И. А. ДРОБОТ,
научный сотрудник,
Курганский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
(641325, Курганская обл., Кетовский р-н, с. Садовое, ул. Ленина, д. 9)

Ключевые слова: метеоусловия, клейковина, зерно, сорт, срок посева, болезни.

Получение зерна высокого качества остается проблемой для всех зерносеющих районов страны, особенно отмечается его снижение в последние годы. В 2016 г. отмечена максимальная доля заготовки зерна 4-го, 5-го класса и фуражного. В условиях Курганской области получение высококачественного зерна по годам нестабильно, зависит от метеоусловий, в основном от наличия тепла в период формирования и налива зерна, технологии возделывания, поражения болезнями и генетических особенностей сорта. Потенциал высококачественных сортов реализуется не всегда. Во влажные и урожайные годы (2001–2003, 2011) доля продовольственной пшеницы 1–4 класса в общем сборе зерна резко падала до 16–22 %. За счет благоприятных почвенно-климатических условий для накопления белка в зерне пшеницы только три района Курганской области – Половинский, Притобольный и Целинный – в течение ряда лет могли сдавать на элеваторы зерно ценной пшеницы до 37–52 % от суммы заготовки ее в области. Одним из путей повышения качества пшеницы служит селекция, задачей которой является выявление закономерностей формирования отдельных показателей в различных условиях и целенаправленное использование их в создании сортов с высоким и стабильным качеством зерна. Различие погодных условий в годы исследований (2005–2016) позволяет проследить изменчивость отдельных признаков качества зерна и выявить формы с высокими физическими, биохимическими и хлебопекарными свойствами, наиболее важными из которых являются стекловидность, количество и качество клейковины, сила муки, объем хлеба.

THE FORMATION OF THE MAIN INDICATORS OF QUALITY OF GRAIN

L. T. MALTSEVA,
candidate of agricultural sciences,
E. A. FILIPPOV,
senior researcher,
N. Yu. BANNIKOVA,
senior researcher,
I. A. DROBOT,
researcher,
Kurgan Research Institute of Agriculture
(9 Lenina, 641325, Sadovoye, Ketovsky district, Kurgan region)

Keywords: weather conditions, gluten, grain, variety, sowing time, disease.

Retrieving grain of high quality remains a problem for all grain-producing areas of the country, especially noting its decline in recent years. In 2016 marked the maximum fraction of the workpiece the grain of the 4th, 5th and fodder. In the conditions of Kurgan region receiving high-quality grain unstable, depends on weather conditions, mainly availability of heat during the formation and ripening of grain, technology of cultivation, diseases and genetic features of particular cultivars. The potential of high-quality varieties not always realized. In wet harvest years (2001–2003, 2011), the share of milling wheat grades 1–4 in General, the grain harvest fell sharply to 16–22 %. Due to favourable soil and climatic conditions for the accumulation of the protein in wheat, only three district of Kurgan region – Polovinskaya, Pritobol and virgin for a number of years could pass in grain elevators valuable wheat to 37–52 % of the amount of harvesting it in the field. One of the ways to improve the quality of wheat is breeding, which is the identification of regularities of formation of separate indicators in different conditions and focused their use in the creation of varieties with high and stable quality of the grain. The difference of weather conditions in the research years (2005–2016) allows us to trace the variability of individual grain quality characteristics and to identify shapes with high physical, biochemical and baking properties, the most important of which are: hardness, quantity and quality of gluten, flour strength, bread volume.

Положительная рецензия представлена А.Э. Панфиловым, доктором сельскохозяйственных наук, профессором кафедры экологии, агрохимии и защиты растений Южно-Уральского государственного аграрного университета.

Цель исследований – изучить особенности формирования основных технологических свойств зерна у сортов мягкой пшеницы, их взаимозависимость от условий выращивания, сроков посева, биотипа сортов по вегетационному периоду.

Методика исследований. Изучались сорта мягкой яровой пшеницы различных типов спелости в конкурсном сортоиспытании: скороспелые, средне-спелые, позднеспелые в двух сроках посева по паре: ранний – в I декаде мая, общепринятый в области – во II–III декада мая (оптимальный). Повторность – пятикратная. Анализ данных проведен за 12 лет (2005–2016). Влагообеспеченность периода вегетации оценивали по ГТК за май–август.

Результаты исследований. Технологические свойства зерна зависят от генотипических особенностей возделываемых сортов, сроков посева, влагообеспеченности. Более качественное зерно яровой пшеницы по основным технологическим показателям можно получить при посеве в ранние сроки (табл. 1). При посеве в третьей декаде мая выше вероятность получения стекловидного зерна с большим выходом муки.

Зависимость качества зерна от гидротермических условий года заключается в тенденции улучшения всех качественных показателей в условиях недостатка влаги (ГТК 0,3–0,6). Повышенная температура и снижение осадков в период созревания зерна при посеве в ранний срок ведут к увеличению содержания клейковины в муке пшеницы, особенно в сухие

годы (37,9 %). В этих условиях получить крепкую, упругую, малорастяжимую клейковину можно при посеве в оптимальный срок. Увеличение влажности воздуха (ГТК 0,8–1,15) вызывает снижение содержания клейковины в среднем на 3,8 % у всех сортов, различающихся по длительности вегетации.

Одним из решающих факторов, определяющих получение качественного зерна, является сорт, в том числе его биотип по группе спелости. Качество клейковины включает в себя: растяжимость, упругость, эластичность, вязкость, связанность, способность сохранять исходные физические свойства в процессе отмывания и отлежки [5]. Качество клейковины определяется температурой и влажностью воздуха в период от тестообразного состояния зерна до восковой спелости [6].

За годы опытов отмечено, что качество клейковины, сила муки, объем хлеба и хлебопекарная оценка в скороспелой группе выше, чем в средне- и позднеспелой. Эти сорта быстрее накапливают биологическую массу до прихода весенне-летней засухи, выколашиваются раньше и период формирования налива зерна попадает в благоприятные условия для получения более качественного зерна (табл. 2).

Как в целом по группе, так и по отдельным сортам просматривается закономерность улучшения качества зерна при сокращении вегетационного периода. Количество и качество клейковины являются высокоинформативными показателями при оценке технологических свойств зерна пшеницы [7]. Вклад генотипических особенностей исследуемых сортов

Показатели качества муки в зависимости от сроков посева и условий увлажнения, 2005–2016 гг.
Table 1
Indicators of flour quality depending on sowing time and moisture conditions, 2015–2016

Показатель качества <i>Parameter of quality</i>	Сухие годы, ГТК 0,3–0,6* <i>Dry years, HTC 0,3–0,6*</i>			Влажные годы, ГТК 0,8–1,15** <i>Wet years, HTC 0,8–1,15**</i>		
	Ранний срок <i>Early sowing date</i>	Оптимальный срок <i>Optimal sowing time</i>	Среднее <i>Average</i>	Ранний срок <i>Early sowing date</i>	Оптимальный срок <i>Optimal sowing time</i>	Среднее <i>Average</i>
Стекловидность, % <i>Vitreousness, %</i>	56,2	58,6	57,4	55,2	56,0	55,6
Выход муки, % <i>The flour yield, %</i>	72,0	72,6	72,3	72,5	74,5	73,5
Клейковина в муке, % <i>The gluten in the flour, %</i>	37,9	34,0	35,9	32,2	32,0	32,1
ИДК е.п. <i>IDK d.u.</i>	87	76	81	91	92	91
Упругость, см <i>Elasticity, sm</i>	10,0	8,7	9,3	9,1	8,3	8,7
P/L	2,2	1,9	2,0	1,96	1,9	1,9
W, е. а.	278	253	265	224	203	214
Объем хлеба, мл <i>Loaf volume, cc</i>	829	785	807	762	778	770
Х/п оценка, балл <i>Evaluation of bread, point</i>	3,3	3,2	3,25	3,33	3,36	3,3

Примечание: *ГТК 0,3–0,6: 2009, 2010, 2012, 2014 (ГТК 0,9) гг.; **ГТК 0,8–1,15: 2005–2008, 2011, 2013, 2015, 2016 гг.

Note: *HTC 0,3–0,6: 2009, 2010, 2012, 2014; **HTC 0,8–1,15: 2005–2008, 2011, 2013, 2015, 2016.

Таблица 2
Показатели качества муки по группам спелости в зависимости от срока посева, 2005–2016 гг.

Table 2

Indicators of quality flour in groups of ripeness depending on the sowing date, 2005–2016

Группа спелости <i>Group ripeness</i>	Клейковина в муке, % <i>The gluten in the flour, %</i>	ИДК е.п. <i>IDK d.u</i>	P/L	W, е. а.	Объем хлеба, мл. <i>Loaf volume, ml</i>	Х/п оценка, балл <i>Evaluation of bread, point</i>
Ранний срок посева* <i>Early sowing date</i>						
Скороспелая <i>Early-maturing</i>	34,3	84,4	2,07	264,8	814,6	3,41
Среднеспелая <i>Mid-ripening</i>	34,1	88,0	2,04	247,9	794,9	3,37
Позднеспелая <i>Late-ripening</i>	34,0	95,7	2,04	214,6	742,2	3,21
Оптимальный срок посева* <i>Optimal sowing time</i>						
Скороспелая <i>Early-maturing</i>	33,3	86,6	1,83	237,0	818,5	3,39
Среднеспелая <i>Mid-ripening</i>	31,8	82,1	1,96	229,4	785,0	3,34
Позднеспелая <i>Late-ripening</i>	32,9	92,1	1,92	197,7	737,7	3,22

Примечание: *Ранний срок посева: III декада апреля – I первая декада мая. Оптимальный: II – III декада мая.

Note: *Early sowing date: III decade of April – I decade of May. Optimal sowing time: II-III decade of May.

Таблица 3
Варьирование качества и количества клейковины в муке, 2005–2016 гг.

Table 3

The variation in the quality and quantity of the gluten in the flour, 2005–2016

Группа спелости <i>Group ripeness</i>	Среднее <i>Average</i>		Варьирование по сортам <i>Variation on grades</i>		Коэффициент изменчивости, % <i>Coefficient of variability, %</i>	
	Клейковина, % <i>Gluten, %</i>	ИДК, е.п. <i>IDK, d.u</i>	Клейковина, % <i>Gluten, %</i>	ИДК, е.п. <i>IDK, d.u</i>	Клейковина, % <i>Gluten, %</i>	ИДК, е.п. <i>IDK, d.u</i>
Ранний срок посева <i>Early sowing date</i>						
Скороспелая <i>Early-maturing</i>	34,3	84	28,9–41,5	65 – 106	21,7	27,6
Среднеспелая <i>Mid-ripening</i>	34,1	88	28,0–43,3	66 – 107	21,9	27,6
Позднеспелая <i>Late-ripening</i>	34,0	96	28,7–42,0	83 – 119	22,3	25,3
Оптимальный срок посева <i>Optimal sowing time</i>						
Скороспелая <i>Early-maturing</i>	33,4	86	27,8–36,8	57 – 107	20,3	29,5
Среднеспелая <i>Mid-ripening</i>	31,8	82	24,5–38,6	47 – 111	21,7	32,8
Позднеспелая <i>Late-ripening</i>	32,9	92	24,9–42,1	69 – 113	24,2	29,0

достаточно велик. По группам спелости изучаемых сортов наблюдается значительная дифференциация по этим показателям (табл. 3).

Содержание клейковины при посеве в ранний срок независимо от биотипа сорта по созреванию формируется в среднем на уровне 34 %, но качество зерна более низкое у сортов позднеспелой группы (ИДК 96). При более поздних сроках посева преимущество по содержанию клейковины и ее качеству сохраняется за скороспелыми сортами. Широких размах варьирования показателей качества предполагает возможность выделения в процессе селекции наиболее высококачественных сортов в каждой группе.

В Курганском НИИСХ создан ряд селекционных образцов, формирующих в среднем за 5 лет (2012–2016) стабильно высокую клейковину (табл. 4). В скороспелой группе это образцы от скрещивания Омская 37/Омская 24 (ОД–7–1); в среднеспелой – Любава 2/Прохоровка (Д–22–9), в 2012 году сформировал 48,8 % клейковины; в позднеспелой группе: ОК–1 (и.о.32598), Л–6547–3/Тризо (Д–27–8). В благоприятных условиях формирования качества (2012 г.) содержание клейковины у некоторых сортов превышало 45 %.

Сила муки – это способность образовывать тесто с определенными реологическими свойствами: упру-

Таблица 4
Содержание клейковины в сортах курганской селекции в муке, 2011–2016 гг.

Table 4

Gluten content in grades of Kurgan breeding in flour, 2011–2016

Сорт, каталог <i>Grade, catalog</i>	Клейковина в муке, % <i>The gluten in the flour, %</i>					
	2012	2013	2014	2015	2016	Среднее <i>Average</i>
	Скороспелая группа <i>Early-maturing group</i>					
Омская 36, ст. <i>Omskaya 36, st</i>	34,0	30,4	41,2	29,6	24,3	31,9
Исеть 45 <i>Iset 45</i>	35,7	32,8	33,7	29,7	23,3	31,0
Д–30–6	45,0	31,0	33,6	28,2	25,4	32,6
Д–35–10	34,9	31,8	35,0	27,0	28,6	31,5
ОД–7–1	43,5	35,8	43,8	29,4	27,2	35,9
	Среднеспелая группа <i>Mid-ripening group</i>					
Терция, ст <i>Tersiya, st</i>	34,0	30,7	39,2	36,4	26,1	33,3
Зауралочка <i>Zauralochka</i>	35,9	34,8	38,8	29,5	28,7	33,5
Десятка <i>Desyatka</i>	34,6	33,9	37,8	34,8	27,9	33,8
037–17	43,6	30,6	36,0	32,5	27,1	33,9
038–6	35,5	32,6	38,3	33,9	27,1	33,5
Д–22–9	48,8	32,6	35,4	34,0	29,0	36,0
	Позднеспелая группа <i>Late-ripening group</i>					
Омская 35, ст. <i>Omskaya 35, st</i>	39,1	32,3	37,8	36,7	24,6	34,1
Радуга <i>Raduga</i>	39,8	31,3	37,4	30,4	27,7	33,3
Арка <i>Arka</i>	36,2	29,4	38,3	35,3	24,4	32,7
ОК–1 (32598)	45,5	38,5	35,4	40,0	27,2	37,3
Н–1–6	38,8	29,6	40,6	33,4	28,2	34,1
Д–27–8	45,6	33,4	42,2	33,0	26,0	36,0
ОД 39–1	45,6	39,8	34,0	27,4	26,0	34,6

гостью, эластичностью, пластичностью, вязкостью и степенью разжижения [8]. За годы исследований показатель силы муки в среднем составил 198–264 е.а. (табл. 5). В отдельные годы этот показатель соответствовал требованиям к сильной и специальной муке. Максимальные значения силы муки достигали 346–442 е. а. Мука раннеспелых сортов по этому показателю чаще относилась к сильной.

Основным методом оценки качества пшеничной муки, считается пробная выпечка хлеба [9]. В наших исследованиях хлебопекарные свойства оценивали с помощью выпечки из 100 г муки. Объемный выход хлеба изменяется в зависимости от сорта, его вегетационного периода. На показатели выпечки оказывают влияние погодные условия в период формирования зерна яровой пшеницы. Особенно большая изменчивость отмечается по годам. В среднем за 12 лет наблюдений в скороспелой группе варьирование по

годам составило от 598 до 1126 мл, в среднеспелой от 589 до 1145 мл, в позднеспелой от 527 до 1060 мл.

Скороспелые сорта формируют более высокий объем – 821 мл, чем среднеспелые и позднеспелые – 799 и 743 мл соответственно. Мука из зерна сортов позднеспелого типа обеспечивает более низкий объем хлеба при высоком проценте варьирования (42,3–45,3 %).

В 2015–2016 гг. сложился ряд условий для сильного поражения бурой и стеблевой ржавчиной, что значительно снизило уровень урожайности. Как формируется качество зерна в этих условиях, позволил установить анализ технологических показателей по сравнению с предыдущим периодом (2005–2014 гг.). Эпифитотия ржавчины ухудшает все показатели качества (табл. 6). Значительно снижается стекловидность зерна от 4,7 до 8,2 %. Отмечается снижение массовой доли клейковины. Если в предыдущие

Биология и биотехнологии

Таблица 5
Варьирование реологических свойств, 2005–2016 гг.

Table 5
Variation of rheological properties, 2005–2016

Группа спелости <i>Group ripeness</i>	Среднее <i>Average</i>		Варьирование по сортам <i>Variation on grades</i>		Коэффициент изменчивости, % <i>Coefficient of variability, %</i>	
	W, e.a	Объем хлеба, мл <i>Loaf volume, ml</i>	W, e.a	Объем хлеба, мл <i>Loaf volume, ml</i>	W, e.a	Объем хлеба, мл <i>Loaf volume, ml</i>
Ранний срок посева <i>Early sowing date</i>						
Скороспелая <i>Early-maturing</i>	264	821	178–442	598 – 1126	37,9	32,3
Среднеспелая <i>Mid-ripening</i>	248	799	166–413	589 – 1046	38,7	32,6
Позднеспелая <i>Late-ripening</i>	215	743	105–386	604 – 1060	42,3	31,5
Оптимальный срок посева <i>Optimal sowing time</i>						
Скороспелая <i>Early-maturing</i>	232	821	153–361	679 – 1060	37,9	28,5
Среднеспелая <i>Mid-ripening</i>	229	788	140–380	656 – 1145	39,4	32,4
Позднеспелая <i>Late-ripening</i>	198	739	84–346	527 – 905	45,3	30,7

Таблица 6
Показатели качества муки в условиях эпифитотии бурой и стеблевой ржавчины по срокам посева, 2015–2016 гг.

Table 6
Indicators of flour quality in terms of epiphytotics of leaf and stem rust at sowing time, 2015–2016

Показатель качества <i>Parameter of quality</i>	Ранний срок посева <i>Early sowing date</i>		Оптимальный срок посева <i>Optimal sowing time</i>	
	2005–2014 гг.	2015–2016 гг.	2005–2014 гг.	2015–2016 гг.
Стекловидность, % <i>Vitreousness, %</i>	56,4	51,7	58,2	50,0
Выход муки, % <i>The flour yield, %</i>	72,2	73,5	74,1	72,7
Клейковина в муке, % <i>The gluten in the flour, %</i>	35,1	29,3	34,2	25,0
ИДК е.п. <i>IDK d.u</i>	90,1	85,7	88,3	79,9
Упругость, см <i>Elasticity, cm</i>	9,2	10,3	8,4	8,5
P/L	1,9	2,6	1,7	2,6
W,e.a.	246	226	231	163
Объем хлеба, мл <i>Loaf volume, ml</i>	786	775	782	771
X/п оценка, балл <i>Evaluation of bread, point</i>	3,3	3,2	3,3	3,2

годы в муке формировалось 34–35 % клейковины, то в 2015–2016 годы этот показатель опустился до 25–29 %, что меньше на 6–9 %.

Сорта скороспелой группы успевают в некоторой степени «уйти» от поражения бурой ржавчиной за счет расхождения по времени с пиком развития паразита [10]. Поэтому качество зерна сортов этой группы в меньшей степени снизилось по сравнению со среднеспелыми и позднеспелыми сортами (табл. 7).

Содержание клейковины, сила муки, объем хлеба выше при посеве в ранний срок независимо от продолжительности вегетации пшеницы. Посев в тре-

тьей декаде мая позволил получить у сортов среднеспелой и позднеспелой групп более качественную клейковину (ИДК 78–79).

За 12 лет исследований (2005–2016 гг.) в трех случаях было получено зерно с самыми низкими показателями качества (табл. 8). Этому способствовали биотические и абиотические условия выращивания.

В 2009 году к снижению урожайности и качества зерна привели стрессовые ситуации: избыток влаги весной, засушливые явления в июне и существенные осадки в конце июля. Вегетационный период 2011 года был благоприятным для получения высоко-

кого урожая. Количество осадков за вегетацию составило 228,8 мм (118,5 % к ср. многолетней), июль оказался холодным, с температурой ниже нормы на 2,1 °С, что отрицательно сказалось на формировании биохимических, реологических и хлебопекарных показателей зерна и муки яровой пшеницы. В 2016 году, как было отмечено выше, технологические свойства снизились на фоне эпифитотий бурой и стеблевой ржавчины.

Выводы и рекомендации. Таким образом, получению качественного зерна с высокими хлебопекарными свойствами способствуют скороспелые сорта и посев в ранние сроки. Снижают технологические показатели зерна бурая и стеблевая ржавчина, избыток влаги во время налива зерна. Получить крепкую, упругую, малорастяжимую клейковину можно при посеве в оптимальный срок. Решающее значение имеет выбор сорта с генетически детерминированными свойствами качества.

Литература

1. О качестве зерна 2010–2016. URL: <https://aftershock.news/q=node/454367&full>.
2. Волюнкина О. В. Качество пшеницы в Курганской области // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : мат. VII Всероссийской науч.-практ. конф. 2015. С. 18–20.
3. Волюнкина О. В. Условия, необходимые для выращивания ценной пшеницы в Курганской области // Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов : мат. 13-й Всероссийской науч.-практ. конф. 2016. С. 76–82.
4. Филиппова Е. А., Мальцева Л. Т., Банникова Н. Ю. Условия формирования качества зерна пшеницы, сортовые особенности, сфера использования // Селекция сельскохозяйственных растений на высокую урожайность, стабильность и качество : мат. 44-й Международной науч.-практ. конф. Омск, 2011.
5. Букреева Г. И. Реализация потенциала качества зерна новых сортов озимой пшеницы // Земледелие. 2011. № 4. С. 21–23.
6. Мальцева Л. Т., Филиппова Е. А., Банникова Н. Ю., Семенова Т. В. Селекция пшеницы в Курганском НИИСХ // Актуальные проблемы научного обеспечения АПК в Сибири (к 185-летию сибирской аграрной науки) : мат. междунар. науч.-практ. конф. 2013. С. 204–207.
7. Филиппова Е. А., Мальцева Л. Т., Банникова Н. Ю. К вопросу расширенного использования разнокачественных сортов пшеницы // Экология, генетика, селекция на службе человечества : мат. Междунар. науч. конф. Ульяновск, 2011.
8. Колмаков Ю. В., Зелова Л. А., Пахотина И. В., Игнатьева Е. Ю. Потенциал качества зерна в селекции СИБНИИСХ // Вестник Алтайского ГАУ. 2015. № 11. С. 19–23.
9. Нецветаев В. П. Новый подход к оценке качества зерна мягкой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 24–26.
10. Афанасенко О. С., Михайлова Л. А., Мироненко Н. В. и др. Новые и потенциально опасные болезни зерновых культур в России // Вестник защиты растений. 2011. № 4. С. 3–18.

References

1. On the quality of grain 2010–2016. URL : <https://aftershock.news/q=node/454367&full>.
2. Volynkina O. V. Quality of wheat in the Kurgan region // Development of scientific, creative and innovative activity of youth : proc. of the VII All-Russian scient. and pract. conf. 2015. P. 18–20.
3. Volynkina O. V. The conditions necessary for cultivation of valuable wheat in the Kurgan region // Modern methods, means and standards in the field of an assessment of quality of grain and grain products : proc. of the 13th All-Russian scient. and pract. conf. 2016. P. 76–82.
4. Filippova E. A., Maltseva L. T., Bannikova N. Yu. Conditions of formation of quality of grain of wheat, high-quality features, the sphere of use // Selection of agricultural plants on high productivity, stability and quality: proc. of the 44th International scient. and pract. conf. Omsk, 2011.
5. Bukreeva G. I. Realization of potential of quality of grain of new grades of winter wheat // Agriculture. 2011. № 4. P. 21–23.
6. Maltseva L. T., Filippova E. A., Bannikova N. Yu., Semenova T. V. Selection of wheat in Kurgan NIISH // Urgent problems of scientific providing agrarian and industrial complex in Siberia (to the 185 anniversary of the Siberian agrarian science) : proc. of intern. scient. and pract. conf. 2013. P. 204–207.
7. Filippova E. A., Maltseva L. T., Bannikova N. Yu. To a question of expanded use of affine grades of wheat // Ecology, genetics, selection on service of mankind : proc. of intern. scient. symp. Ulyanovsk, 2011.
8. Kolmakov Yu. In, Zelova L. And, Pakhotina I. V., Ignatyeva E. Yu. Potentials of quality of grain in selection of SIBNIISH // Messenger of the Altai GAU. 2015. № 11. P. 19–23.
9. Not Tsvetaev V. P. New approach to an assessment of quality of grain of soft wheat // Achievement of science and technology of agrarian and industrial complex. 2012. № 9. P. 24–26.
10. Afanassenko O. S., Mikhaylov L. A., Mironenko N. V. et al. New and potentially dangerous diseases of grain crops in Russia // Messenger of protection of plants. 2011. № 4. P. 3–18.