

АГРОНОМИЯ

УДК 634.11.631

И.П. Калинина,
С.А. Макаренко

ОЦЕНКА ЗИМОСТОЙКОСТИ ГИБРИДНОГО ФОНДА И СОРТОВ ЯБЛОНИ В НИЗКОГОРЬЕ АЛТАЯ ПОСЛЕ ЗИМЫ 2009/10 года

Ключевые слова: яблоня, сорт, гибрид, зимостойкость, подмерзание, источник, донор, наследуемость, группы скрещивания.

Введение

Зимостойкость является одной из главных биологических характеристик сортов яблони и служит основным критерием оценки возделывания их в условиях резко-континентального климата Сибири с суровым зимним периодом.

Селекция яблони на зимостойкость в условиях низкогорья Алтая с использованием в гибридизации потомков зимостойких видов *Malus baccata*, *Malus prunifolia* остается основным направлением, так как каждые 9-11 лет здесь повторяются зимы, в которые сорта яблони повреждаются в различной степени. Основными повреждающими факторами являются понижение температуры воздуха до $-50,5^{\circ}\text{C}$, на поверхности снега – до $-46...-52^{\circ}\text{C}$ и продолжительные морозные периоды с суммой отрицательных температур до 2772°C (зима 1968/69 года) [1-7].

Цель и задачи

Сибирские сорта яблони должны формировать зимостойкость в сжатые сроки и иметь предел прочности к воздействию низких температур в соответствии с разработанной физиологами НИИСС Россельхозакадемии моделью искусственного промораживания [8]:

- во второй половине октября начале ноября – $-35...-45^{\circ}\text{C}$;
- в середине зимовки: $-50...-60^{\circ}\text{C}$ для почек, тканей коры, флоэмы и камбия и $-42...-48^{\circ}\text{C}$ для ксилемы;
- после оттепели в $1...2^{\circ}\text{C}$ продолжительностью от 1 до 5 дней – $-27...-30^{\circ}\text{C}$;
- после оттепели с температурой воздуха $+2^{\circ}\text{C}$ и последующей закалкой при температуре $-5...-10^{\circ}\text{C}$ – $-40...-45^{\circ}\text{C}$.

Селекционерами Сибири в создании зимостойких сортов с комплексом хозяйственно-ценных признаков получены положительные результаты. Однако остается актуальным создание сортов, превосходящих

существующие, сочетающих зимостойкость, высокую полевую устойчивость или иммунитет к парше, повышенное качество плодов.

Условия, объекты и методы исследований

Исследования выполнены в условиях низкогорья Алтая.

По данным ГМС Кызыл-Озек продолжительность зимнего периода 2009/10 года составила 180 дней (с 22 октября по 21 апреля). Осень 2009 г. была короткая и умеренно теплая, с большим количеством осадков. В сентябре их выпало 123 мм, октябре – 54 мм, ноябре – 51 мм, превысив многолетние показатели на 55,8 и 12 мм соответственно. Постоянный снеговой покров установился 22 октября. Третья декада октября характеризовалась холодной погодой ($-1,7^{\circ}\text{C}$), хотя средняя температура воздуха за месяц была выше многолетних значений. В ноябре, декабре, январе, феврале и марте оттепелей и резких перепадов температуры воздуха не было. Среднемесячная температура воздуха ноября была на уровне многолетних значений – $-6,5^{\circ}\text{C}$, в декабре – $-14,1^{\circ}\text{C}$ – ниже на $1,6^{\circ}\text{C}$ (рис.). Холодная погода установилась в январе. Минимальная температура воздуха за зиму отмечена 9 января – $-39,2^{\circ}\text{C}$ (по данным ГМС Кызыл-Озек). По нашим наблюдениям на экспериментальных участках 8, 9 января температура воздуха понижалась до -43°C . За зиму температура на поверхности снега 8 раз опускалась до $-41...-46^{\circ}\text{C}$.

Холодными были I и II декады января со среднедекадной температурой воздуха $-24,2$ и $-21,4^{\circ}\text{C}$, среднемесячная температура была ниже многолетних значений на $6,9^{\circ}\text{C}$. Февраль характеризовался холодной погодой со среднемесячной температурой – $19,0^{\circ}\text{C}$, что ниже многолетних значений на $5,0^{\circ}\text{C}$. Наиболее холодной была первая декада февраля – $-25,1^{\circ}\text{C}$. Сумма отрицательных температур за зиму составила 2234°C , количество морозных дней (с температурой ниже -25°C) – 46.

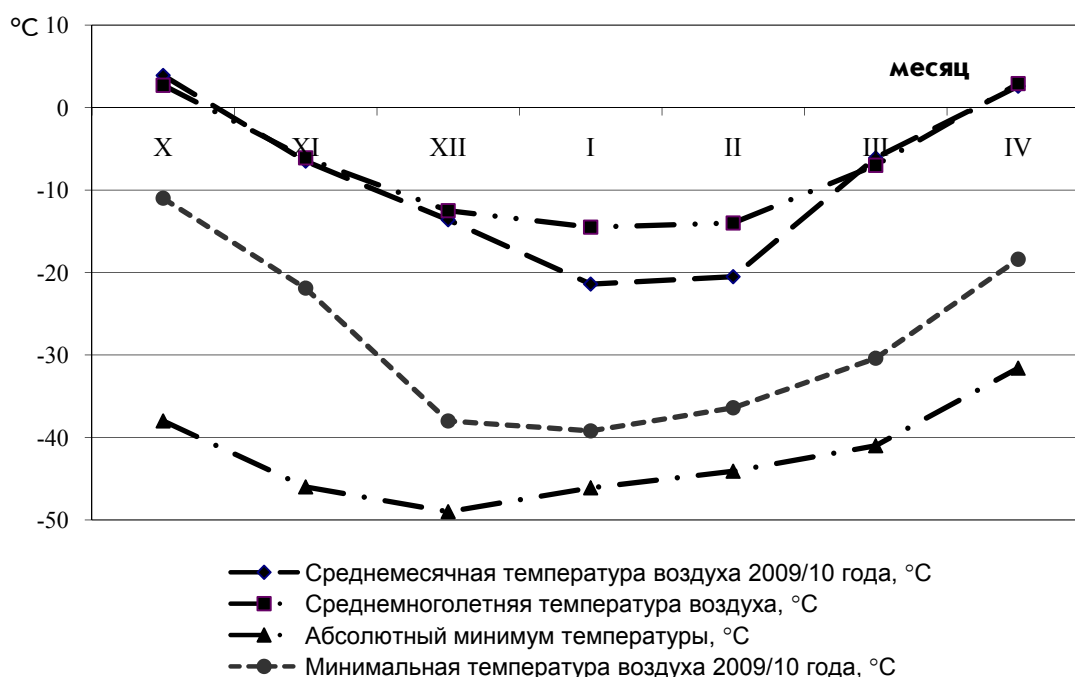


Рис. Характеристика зимнего периода 2009/10 года

Проведена полевая оценка степени подмерзания 3314 гибридов яблони из 87 комбинаций 1987-2006 гг. скрещивания селекции Н.В. Ермаковой, З.С. Яцемской, С.А. Макаренко.

Степень подмерзания оценивали в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [9, 10]. Математическая обработка результатов проведена с использованием компьютерного приложения Excel.

Результаты и их обсуждение

Зимостойкость гибридного потомства яблони, как и многие хозяйственно-биологические признаки, наследуется полигенно. Проявление и учет степени повреждения в полевых условиях возможны после воздействия лимитирующих факторов зимнего периода.

Зимний период 2009/10 года был самым холодным за последние 40 лет. Повреждающим фактором оказался продолжительный морозный период с понижением температуры воздуха до $-39,2^{\circ}\text{C}$. Зимние повреждения проявились в виде ожогов коры (солнечный и термический), полного и частичного повреждения камбиального слоя, отмирания коры в развилках ветвей, повреждения ксилемы, отмирания концов однолетнего прироста и полной гибели деревьев, подмерзания и гибели плодовых образований, повреждения цветковых зачатков в плодовых почках. Степень подмерзания плодоносящих гибридов была выше, чем молодых, так как плодоносящие деревья в процессе онтогенеза прежде уже

подвергались воздействию неблагоприятных факторов (зимний период 2000/01 года) и склонны к накоплению необратимых повреждений. На закалке и подготовке деревьев к зиме отрицательно сказались обильное и умеренное плодоношение в 2009 г., неблагоприятные условия вегетационного и осеннего периода, поздний срок созревания плодов, затянувшиеся ростовые процессы, слабое вызревание вегетативных органов. Нас интересуют гибриды со степенью подмерзания не более 2,0 баллов.

Средняя степень подмерзания гибридов третьего поколения *Malus baccata* (F_3), полученных от скрещивания зимостойких сортов НИИСС с интродуцированными крупноплодными сортами, – 2,2 балла. В этой группе гибридов без подмерзания не было (табл.).

В очень слабой степени (1,0 балла) подмерзло 19% гибридов, в слабой степени (2,0 балла) – 49, сильной (4,0 балла) – 4%. Зимостойкими (средняя степень подмерзания 2,0 балла) оказались гибриды в семьях Горноалтайское × Память воину, Спорт метла × Победа, Спорт метла × Спартан, немного сильнее (2,5 балла) подмерзли гибриды в семьях Пепинка алтайская × Слава победителям, Горноалтайское × Квинти. Коэффициент вариации признака в зависимости от комбинации скрещивания – от 29 до 93%. Коэффициент наследуемости зимостойкости по материнской линии (H^2_a) в группе F_2 × КС составил 54%. Среди гибридов F_3 отобрано 5 зимостойких, устойчивых к парше форм (1,6%).

Степень подмерзания плодоносящих и вступающих в плодоношение гибридов яблони разных групп скрещивания, 2009/10 год

Группа скрещивания	Изучено семянцев, шт.	Количество комбинаций, шт.	Из них (%) со степенью подмерзания, баллов							Средний балл по группе
			0	1,0	2,0	∑ 0-2,0	3,0	4,0	5,0	
Возраст гибридов 15-23 года										
F ₃ (F ₂ × КС)	312	10	0	19	49	68	28	4	0	2,2
F ₄ (F ₃ × КС)	678	13	1	15	45	61	30	6	3	2,3
F ₅ (F ₄ × КС)	13	1	0	0	15	15	62	23	0	3,1
Со × КС	10	1	0	10	50	60	20	20	0	2,5
F ₂ × F ₃	132	1	1	14	45	60	36	3	0	2,3
F ₃ × F ₂	58	2	0	9	62	71	28	2	0	2,2
F ₃ × F ₃	89	3	0	7	51	58	37	6	0	2,4
F ₂ × Со	192	2	1	16	52	69	29	3	1	2,2
F ₃ × Со	76	3	0	9	62	71	22	4	3	2,3
Со × F ₂	211	1	1	11	50	62	37	0	0	2,3
Со × F ₃	22	2	0	14	68	72	18	0	0	2,0
Со × Со	12	1	0	8	83	91	8	0	0	2,0
Всего	1805	40								
Возраст гибридов 4-6 лет										
F ₄ (F ₃ × КС)	324	13	5	24	39	67	21	11	2	2,1
F ₃ × F ₂	27	2	0	30	30	60	30	11	0	2,2
F ₃ × F ₃	91	6	0	40	40	80	15	4	1	1,9
F ₃ × F ₄	146	6	2	25	38	65	26	8	1	2,2
F ₄ × F ₃	72	4	0	19	46	65	22	8	4	2,3
F ₄ × F ₄	26	1	0	15	46	61	23	15	0	2,4
F ₃ × Со	23	1	4	22	39	65	26	9	0	2,1
F ₄ × Со	22	2	5	9	45	59	23	18	0	2,4
Со КС	29	1	0	14	14	28	31	41	0	3,0
Со F ₃	549	4	9	36	33	78	17	4	1	1,7
Со F ₄	303	6	3	25	34	62	19	18	0	2,3
Всего	1592	46								
Итого	3314	87								

Примечание. Со – сеянцы, полученные из семян от свободного опыления крупноплодных сортов; КС – интродуцированные крупноплодные сорта отечественной, канадской селекции.

У гибридов F₄ от насыщающих скрещиваний зимостойких сортообразцов НИИСС с крупноплодными сортами отечественной и иностранной селекции средний балл подмерзания по группе от 2,1 у молодых (возраст 4-6 лет) до 2,3 баллов у плодоносящих семянцев (возраст 15-23 года). Гибриды в плодоносящем возрасте повреждены сильнее. Средняя степень подмерзания их в зависимости от комбинации скрещивания от 1,9 до 3,3 балла. Гибридов F₄ без подмерзания 1%, в слабой степени (1,0-2,0 балла) подмерзло 60%, в очень сильной степени – 3%. Наиболее зимостойкими оказались гибриды в комбинациях скрещивания сортообразцов Ермаковское горное и 4-65-7890 [Пепинка алтайская × (Пепин шафранный + Уэлси + Бельфлер-китайка)] с сортами Орлик, Фетовское, Орловское полосатое, Память воину, 2-76-11281 (Пепинка алтайская × SR0523) с сортами Жигулевское, Мезенское, 2-76-11300 (Пепинка алтайская × SR0523) × Мезенское. Слабую степень подмерзания (0-2,0 балла) имели 62-73% гибридов, погибло 2-3%. Коэффициент вариации признака в этих комбинациях 19-98%. Недостаточно зимостойкими (сред-

няя степень подмерзания 3,0 балла) были гибриды в комбинации 4-65-7890 × Десертное Исаева, 2-76-11300 × Коричное новое. Коэффициент наследуемости зимостойкости (H²_a) по материнской форме в группе F₃ × КС составил 53%, наследуемость по отцовским формам прослеживается недостоверно. Из 678 плодоносящих гибридов отобрано 65 отборных форм (9,5%) с плодами разных сроков созревания, сочетающих зимостойкость, урожайность, высокую полевою устойчивость к парше и среднюю массу плодов от 60 до 116 г.

Слабую степень подмерзания в зиму 2009/10 года имели гибриды F₄ в возрасте 4-6 лет, среди которых без подмерзания было 5%, слабо подмерзли – 62, очень сильно – 2%. Высокозимостойкими оказались гибриды от скрещивания элитных форм 2-76-11300, 2-76-11281 с сортами Жигулевское, Коричное новое, Чиллини. Средний балл подмерзания по семьям составил от 1,5 до 1,9 балла, коэффициент вариации признака – от 32 до 71%. В этих семьях от 5 до 19% гибридов было без подмерзания, от 63 до 81% подмерзло в слабой степени. Выше степень подмерзания (2,4 балла) гиб-

ридов в комбинациях сортов Алтайское пурпуровое и Толунай, опыленных смесью пыльцы колонновидных сортообразцов Арбат, Джин, КВ-86, КВ-87, КВ-89; 2-76-11300 × Фетовское, 2-76-11281 × Орлик (2,6; 2,7 балла). Количество гибридов, подмерзших на 1,0-2,0 балла, от 42 до 58%. Комбинации скрещивания Баяна × Ароматное, 2-76-11281 × Орловское полосатое, 2-76-11300 с сортами Орлик, Орловское полосатое, Квинти, Мезенское занимают промежуточное положение, средний балл степени подмерзания по этим комбинациям от 2,0 до 2,3 балла. В семьях от скрещивания с колонновидными сортообразцами по морфологическим и биологическим признакам выделено 12 отборных форм.

Пятое поколение гибридов от *Malus baccata* представлено одной комбинацией скрещивания 19-82-1487 [1-63-4909 × (OR48T47 + OR40T43)] × Фетовское. Степень подмерзания по этой семье 3,1 балла, сеянцев, подмерзших в слабой степени, – 15%, более половины имеет среднюю степень подмерзания. В дальнейшем для получения F_5 в качестве материнских исходных форм необходимо привлекать высокозимостойкие сортообразцы F_4 , т.к. в каждом последующем поколении от *Malus baccata* прослеживается снижение зимостойкости гибридного потомства с уменьшением общей доли зимостойких форм, что снижает результативность селекции и количество генотипов с необходимым комплексом признаков.

Гибриды от межсортовых скрещиваний сортообразцов НИИСС разных поколений представлены в 11 группах.

В группах скрещивания $F_2 \times F_3$, $F_3 \times F_2$ в качестве исходных форм использованы 7 зимостойких и среднезимостойких в условиях низкогорья Алтая сортообразцов. Средняя степень подмерзания гибридов в этих группах от 2,2 до 2,3 балла. Значительное количество зимостойких гибридов получено в комбинациях скрещивания Алтайское раннее × Алтайское пурпуровое (60%), Ермаковское горное × Горноалтайское (67%), 11-61-295 × Горноалтайское, Толунай × Пепинка алтайская (72%). Среди плодоносящих гибридов данных групп скрещивания отобрано 4 зимостойкие формы (2%).

В группах скрещивания $F_3 \times F_3$, $F_3 \times F_4$, $F_4 \times F_3$ в качестве исходных форм использованы 8 зимостойких и среднезимостойких сортообразцов. Средняя степень подмерзания гибридов в зависимости от комбинаций скрещивания и возраста гибридов от 1,5 до 2,4 балла. В меньшей степени оказались повреждены гибриды $F_3 \times F_3$ в комбинациях скрещивания сорта Баяна с сортами Сурху-

рай, Ермаковское горное; Толунай с сортами Алтайское пурпуровое и Ермаковское горное; Алтайское пурпуровое с сортообразцами Баяна, 2-76-11300; 11-61-295 × Ермаковское горное со средней степенью повреждения от 1,5 до 2,2 баллов. Количество зимостойких сеянцев в этих комбинациях от 60 до 91%. Сильнее подмерзли гибриды 4-65-7890 × Алтынай (2,9 балла) и Алтайское пурпуровое × Горный синап (2,7 балла), где одна или обе родительские формы в критические зимы подмерзают в средней степени.

В группах скрещивания $F_2 \times Co$, $Co \times F_2$, $F_3 \times Co$, $Co \times F_3$, $F_4 \times Co$, $Co \times F_4$ в качестве материнских и отцовских форм использованы сортообразцы разных поколений *Malus baccata* (Алтайское крапчатое, Горноалтайское, Золотая тайга, Толунай, Шушенское, 11-61-295, 4-65-7890) и сортообразцы, полученные от посева семян от свободного опыления крупноплодных сортообразцов (Алтайское юбилейное, Феникс алтайский, Со-61-632) селекции НИИСС. Гибриды во всех этих группах были достаточно зимостойкими, со средней степенью подмерзания от 1,8 до 2,6 балла. Значительная доля зимостойких гибридов (от 65 до 95%) получена в комбинациях скрещивания, где в качестве материнских форм использованы зимостойкие сортообразцы. Без подмерзания выделены гибриды в комбинациях Толунай × Алтайское юбилейное, Золотая тайга × Феникс алтайский.

Одним из способов создания зимостойких сортов в условиях низкогорья Алтая является посев семян от свободного опыления крупноплодных сортов, растущих в окружении сибирских сортообразцов разных поколений сибирской яблони. Среднезимостойкими оказались сеянцы, полученные из семян от свободного опыления колонновидных сортов (3,0 балла), среди которых (в молодом возрасте) выделено 2 формы, сочетающие компактную форму кроны, устойчивость к парше и высокую зимостойкость (1,0-1,5 балла).

Зимостойким оказалось потомство, полученное от посева семян от свободного опыления сортообразцов F_3 (средняя степень подмерзания 1,7 балла). Сеянцы от свободного опыления F_4 имеют повреждение 2,3 балла.

На участке конкурсного сортоизучения 1992 г. посадки среди новых сортов и элитных форм наибольшую устойчивость проявили сорта Толунай со степенью подмерзания 1,8 балла, Баяна – 2,0, Горный синап – 2,0, Поклон Шукшину – 2,2, Шушенское – 2,5. Контрольный сорт Алтайское пурпуровое подмерз в средней и сильной степени.

На участках производственного испытания степень подмерзания сортов зависела от расположения участка. На верхнем участке деревья среднезимостойкого сорта Феникс алтайский в возрасте 24 лет подмерзли в слабой степени на 2,0 балла, степень подмерзания оказалась ниже у сортообразцов Татанакское – 1,5 и Со-61-632 – 1,2 балла, у остальных сортообразцов на уровне контрольного сорта от 2,0 (Заветное) до 2,5 (Алтайское пурпуровое).

На участке производственного сортоиспытания 1992 г. посадки 18-летних деревьев изучаемых сортов подмерзли в более сильной степени. У сортов Алтайское пурпуровое и Алтайское юбилейное погибло 75,90% деревьев. Сорт Сувенир Алтая подмерз в слабой степени, Алтынай – в средней степени, деревья частично потеряли крону и плохо восстанавливались.

На участке коллекционного изучения в зиму 2009/10 года из крупноплодных интродуцированных сортов 7 подмерзли в очень сильной степени, 20 сортообразцов – в сильной, остальные имеют степень подмерзания выше средней. На фоне всей коллекции выделяются сорта Ароматное, Ренет Черненко, Новинка, Осеннее алое.

В возрасте 5 лет среди сортообразцов уральской селекции в слабой степени (2,0-2,5 балла) подмерзли Уральское наливное, Исеть белая, Серебряное копытце, Экранное, Дачная, Солнцедар, Первоуральское, Малышова, Горнист, Приземленное, Свердловчанин, степень подмерзания на 1,0-1,5 балла у сортов Уралец, Папиоровантарное, Татьяна. Сорта Ковровое, Чудное, Подснежник, Соколовское, Приветное, Память Жаворонкову, Раннее Уктуса имели степень подмерзания 3,0-5,0 баллов.

Степень подмерзания 5-летних деревьев сортов селекции НИИСС от 0,5 (Алтайское раннее, Горноалтайское, Ранетка целинная, Северянка) до 2,5 (Алтайское румяное).

Выводы

Таким образом, погодные условия зимнего периода 2009/10 года позволили провести оценку степени подмерзания гибридного фонда яблони разных возрастных групп. Плодоносящие насаждения гибридов (15-23 лет) пострадали сильнее, чем молодые и вступающие в плодоношение (4-6 лет).

В каждой группе, а в частности комбинации скрещивания, выщепляются зимостойкие сеянцы, что подтверждает возможность отбора генотипов, сочетающих высокую зимостойкость с другими ценными признаками. Доля зимостойких гибридов в насыщающих скрещиваниях снижается в каждом последующем поколении *Malus baccata* от

68 до 15%, в группах скрещивания сортов НИИСС между собой – от 58 до 80%.

По количеству отборных сеянцев, сочетающих зимостойкость с другими ценными признаками, результативным является четвертое поколение *Malus baccata* – 9,5%. В остальных группах результативность отбора составляет от 1,6 до 2%.

По результатам анализа степени подмерзания гибридов разных комбинаций скрещивания высокую зимостойкость потомству передают материнские исходные формы Алтайское пурпуровое, Баяна, Горноалтайское, Ермаковское горное, Пепинка алтайская, Спорт метла, Сюрприз, Толунай, Шушенское, Феникс алтайский, Со-61-632, 11-61-295, 4-65-7890, 2-76-11300, 2-76-11281. Из интродуцированных сортов результативными отцовскими исходными формами являются сорта Ароматное, Жигулевское, Коричное новое, Мезенское, Орлик, Рекорд Мичурина, Фетовское.

Библиографический список

1. Ермакова Н.В. Зимостойкость сортов и гибридов яблони в низкогорье Алтая // Сб. науч. тр. – Новосибирск, 1987. – С. 33-37.
2. Калинина И.П. Селекция яблони на Алтае. – Барнаул, 1976. – 348 с.
3. Калинина И.П. Селекция яблони на Алтае. – Барнаул, 2008. – 244 с.
4. Калинина И.П., Ящемская З.С., Макаренко С.А. Селекция яблони на зимостойкость, устойчивость к парше и повышенное качество плодов на юге Западной Сибири. – Новосибирск, 2010. – 273 с.
5. Калинина И.П., Макаренко С.А. Наследование зимостойкости гибридным потомством яблони на юге Западной Сибири // Декоративное садоводство Сибири: проблемы и перспективы. – Барнаул, 2010. – С. 102-107.
6. Лисавенко М.А. И.В. Мичурин и опытнико-мичуринцы в борьбе за яблоню в Сибири // Агробиология. – 1955. – № 4. – С. 128-141.
7. Лисавенко М.А. Очередные задачи научно-исследовательской работы в сибирском садоводстве // Садоводство Сибири и северных областей Казахстана. – Барнаул, 1967. – С. 9-35.
8. Лобанов Э.М. Применение физиологических методов оценки зимостойкости в селекции садовых растений (методическое руководство), 2009. 101 с. [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.lem.h12.ru.
9. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Мичуринск, 1966.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1999.