УДК 633.11 «324»:631.527

КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МАССЫ ЗЕРНА С РАСТЕНИЯ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ

КОСЕНКО Светлана Валентиновна, *Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства*

КРИВОБОЧЕК Виталий Григорьевич, *Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства*

В условиях лесостепи Среднего Поволжья изучены комбинационная способность и генетический контроль признака «масса зерна с растения» в диаллельном комплексе из 10 сортов озимой мягкой пшеницы. Изученные сорта существенно различались по массе зерна с растения. У материнских сортов она составила 2,34–4,75 г. Установлено, что на проявление генетических систем, определяющих наследование признака, а также на эффекты ОКС и СКС, оказывали влияние условия года и анализируемое поколение (F_1 и F_2). Выявлено, что признак «масса зерна с растения» в изученном наборе сортов контролируется аддитивно-доминантной генетической системой с преобладанием доминантных эффектов ($D<H_1$). Следовательно, наличие доминантных эффектов в контроле данного признака позволяет рекомендовать отбор по нему в поздних гибридных поколениях. В качестве донора в селекции на увеличение признака наиболее ценен сорт Московская 39.

Продуктивность (урожайность) – интегральный показатель, в основе которого лежат многочисленные корреляционные связи между взаимосвязанными и соподчиненными признаками. Продуктивность посева обеспечивается полнотой всходов, плотностью продуктивного стеблестоя, выживаемостью. Составной частью урожайности пшеницы, доступной для наблюдения на ранних этапах селекции, является продуктивность отдельных растений, которая складывается из продуктивной кустистости, числа колосков и зерен в колосе, продуктивности колоса и массы 1000 зерен [4, 6, 7, 12].

Генетические основы урожайности и элементов ее структуры до сих пор плохо изучены в связи с их сложным полигенным контролем. В работах ряда исследователей показано, что количественные признаки контролируются генами с аддитивным действием с участием доминирования [18, 20, 22]. Установлены эффекты доминирования и сверхдоминирования в генетическом контроле элементов структуры урожая озимой пшеницы [8]. Для Среднего Поволжья, в условиях засушливой степи, также выявлены эффекты доминирования и сверхдоминирования в генетическом контроле элементов структуры урожая [15]. Данные, полученные разными исследователями, могут сильно различаться из-за влияния средовых условий, использования разного набора включаемых в анализ генотипов. Многие авторы считают, что показателем потенциала положительных трансгрессий могут служить эффекты общей комбинационной способности (ОКС); высокие значения родительских компонентов и гетерозис в F_1 повышают эффективность отборов во второмтретьем поколениях [1, 5, 13, 21]. По мнению других ученых, оценка ОКС может быть надежным критерием отбора только в случаях, когда признак детерминирован преимущественно аддитивными эффектами и эпистатическими эффектами типа «аддитивный×аддитивный». Если же признак контролируется более сложной генетической системой с участием доминантных и эпистатических эффектов, оценки ОКС не будут отражать всего спектра изменчивости. Несмотря на противоречивость метода подбора родительских пар по комбинационной способности, в настоящее время трудно указать на другие приемлемые, апробированные методики определения донорских свойств по количественным признакам [17].

Другая важная составляющая селекции – критерии отбора высокопродуктивных генотипов. Они должны отвечать следующим требованиям: нести в себе максимальное количество информации о растении, быть тесно связанными с основными элементами продуктивности, обладать сильным и широким по спектру эффектом [2]. Существует множество методов оценки донорских свойств по количественным признакам. В селекции на урожайность широко использовались анализ компонентов дисперсии по B.I. Hayman (1954) и анализ комбинационной способности по B. Griffing (1956), чему посвящено много работ [9, 10, 14, 16, 19, 23].

Для создания адаптивного сорта с высоким потенциалом продуктивности важно знать основные признаки, определяющие урожай зерна с единицы площади, иметь надежные критерии отбора и располагать эффективными генетическими донорами признака. Для решения этой задачи нами был использован метод диаллельных скрещиваний с вычислением комбинационной способности, компонентов генетической вари-

ации и характера наследования хозяйственно-ценных признаков.

Цель данной работы – изучение комбинационной способности и генетического контроля признака «масса зерна с растения» у сортов озимой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Методика исследований. Исследования проводили в 2005–2007 гг. на опытном участке Пензенского НИИСХ. Предшественник – чистый пар. Площадь делянки 5 м^2. Повторность – трехкратная. Почва опытного участка по гранулометрическому составу чернозем выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый. Пахотный горизонт имеет мощность 35–40 см. Среднее содержание гумуса в пахотном слое 6,52 % (по Тюрину), легкогидролизуемых форм азота – 6,57 мг/100 г; подвижного фосфора P_2O_5 – 15,72 мг/100г; обменного калия K_2O – 17,6 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора слабокислая, $pH_{вод}$ = 5,6. Объектом исследований являлись десять сортов озимой мягкой пшеницы отечественной селекции: Безенчукская 380, Безенчукская 616 (Самарская обл.), Смуглянка, Виктория 95 (Саратовская обл.), Оренбургская 105 (Оренбургская обл.), Московская 39 (Московская обл.), Конкурент (Ростовская обл.), Хазарка, Победа 50 (Краснодарский край), Туровчанка (Беларусь), которые были скрещены по полудиаллельной схеме.

Гибридные популяции и родительские формы изучали по схеме P_1–F_1–P_2 в 2005/06 году и P_1–F_1–F_2–P_2 в 2006/07 году. Семена высевали на делянках площадью 0,4 м^2 (F_1) и 1,0 м^2 (F_2,); норма высева – 100 шт./м^2. Комбинационную способность образцов определяли по II методу B. Griffing [24]. Генетический анализ диаллельного комплекса проводили по B.I. Hayman [25].

Результаты исследований. Условия вегетации в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. В целом осенне-зимний и весенний периоды 2005/2006 года были благоприятными для перезимовки озимой пшеницы. Напряженным оказался весенний период, на 1 апреля высота снежного покрова достигала 60 см. Отмечалось выпревание и развитие снежной плесени (поражение растений снежной плесенью составляло 18–25 %). Впоследствии, в критический период развития растений (начало выхода в трубку – колошение), сложились хорошие условия увлажнения и умеренные температуры воздуха, которые позволили сформировать высокую массу зерна с растения. У сортов Безенчукская 380 и Оренбургская 105 она достигала 6,09– 6,19 г/раст. В 2007 г. высокие среднесуточные температуры воздуха и полное отсутствие осадков в период «выхода в трубку – колошения» привели к нарушению формирования генеративных органов, образованию большого числа недоразвитых и стерильных цветков, что вызвало впоследствии сильный недобор зерна. Максимальная масса зерна получена у сортов Турчанка и Безенчукская 616. За годы исследований масса зерна с растения у родительских форм в среднем варьировала от 2,34 г у сорта Победа 50 до 4,75 г у сорта Безенчукская 380 г (табл. 1).

Дисперсионный анализ комбинационной способности во все годы исследований показал достоверность вариан общей комбинационной способности (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС), табл. 2. В дисперсию признака «масса зерна с растения» достоверный вклад вносили как ОКС, так и СКС. Доля вариансы ОКС в общей дисперсии признака составляла 12,7–27,3 %, а СКС – 72,7–87,3 %.

Эффекты ОКС у большинства сортов в поколениях F_1 и F_2 были сходными (табл. 3). Достоверно положительной ОКС стабильно во все годы исследований выделялся сорт Московская 39, достоверно отрицательной ОКС обладали сорта Конкурент и Победа 50.

Стабильно положительными высокими значениями эффектов СКС обладали гибридные популяции Победа 50/Туровчанка, Хазарка/Оренбургская 105, Хазарка/Смуглянка, Туровчанка/Московская 39 и Смуглянка/Московская 39.

Исходя из соотношения ОКС и СКС, данный признак детерминируется генами с неаддитивными эффектами. Преобладание доминантных эффектов генов подтверждается и генетическими компонентами дисперсии, и сравнением коэффициентов наследуемости в широком (0,72–0,98) и узком (0,11–0,24) смысле (табл. 4).

Таблица 1

Масса зерна с растения сортов озимой пшеницы, включенных в полудиаллельные скрещивания

Признак	Год	Победа 50	Конкурент	Виктория 95	Туровчанка	Хазарка	Безенчукская 616	Оренбургская 105	Безенчукская 380	Смуглянка	Московская 39	НСР $_{05}$
Масса зерна с растения, г	2006	2,33	3,22	4,79	3,81	4,47	5,35	6,09	6,19	3,40	4,72	0,94
	2007	2,35	3,36	3,92	4,14	2,88	4,15	3,24	3,31	3,05	2,60	0,29
	Среднее	2,34	3,29	4,35	3,97	3,67	4,75	4,70	4,75	3,22	3,66	–

Таблица 2

Анализ варианс комбинационной способности признака «масса зерна с растения» у сортов озимой пшеницы

Признак	Источник дисперсии	2006 г., F_1		2007 г., F_1		2006 г., F_2	
		средний квадрат, ms	доля влияния, %	средний квадрат, ms	доля влияния, %	средний квадрат, ms	доля влияния, %
Масса зерна с растения	ОКС	1,71*	27,3	0,61*	17,1	0,48*	12,7
	СКС	0,91*	72,7	0,59*	82,9	0,66*	87,3

Таблица 3

Комбинационная способность сортов озимой пшеницы по признаку «масса зерна с растения»

Сорт	F_1 (2006 г.)			F_1 (2007 г.)			F_2 (2007 г.)		
	Эффект ОКС g_i	Вариан-са ОКС σ^2_{gi}	Вариан-са СКС σ^2_{si}	Эффект ОКС g_i	Вариан-са ОКС σ^2_{gi}	Вари-анса СКС σ^2_{si}	Эффект ОКС g_i	Вариан-са ОКС σ^2_{gi}	Варианса СКС σ^2_{si}
Победа 50	-0,37	0,13	0,74	-0,13	0,02	0,47	-0,10	0,01	0,30
Конкурент	-0,58	0,33	0,37	-0,37	0,14	0,49	-0,07	0,01	0,35
Виктория 95	0,06	0,01	0,43	-0,22	0,05	0,35	-0,03	0,01	0,56
Туровчанка	0,11	0,01	0,75	0,29	0,08	0,34	0,01	0,01	0,31
Хазарка	0,09	0,01	0,73	0,22	0,05	0,69	0,14	0,02	0,37
Безенчукская 616	0,02	0,01	0,39	0,01	0,01	0,30	0,28	0,08	0,41
Оренбургская 105	0,30	0,09	0,73	0,08	0,01	0,54	-0,03	0,01	0,18
Безенчукская 380	0,06	0,01	0,66	0,01	0,01	0,30	-0,45	0,20	0,20
Смуглянка	-0,40	0,16	0,51	-0,17	0,03	0,54	0,08	0,01	0,18
Московская 39	0,72	0,52	0,74	0,29	0,08	0,46	0,17	0,03	0,34
Среднее		0,12	0,61		0,05	0,45		0,04	0,32
$НСР_{05}$	0,17			0,05			0,05		

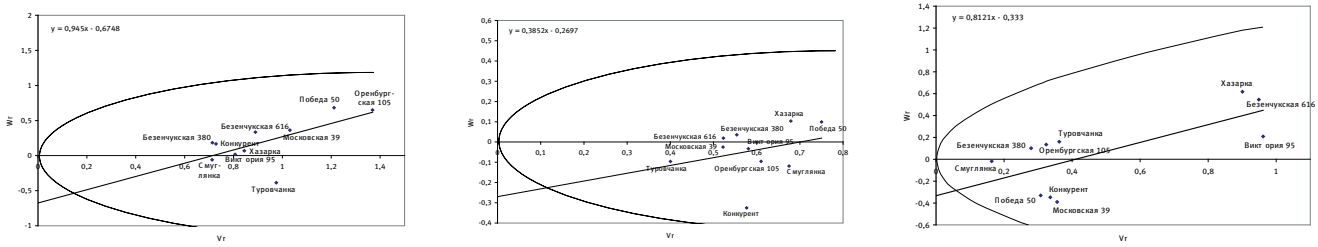
Таблица 4

Анализ генетических параметров признака «масса зерна с растения»

Генетические параметры	F_1 (2006 г.)	F_1 (2007 г.)	F_2 (2007 г.)
D	1,42*	0,38*	1,53*
F	2,04*	0,93*	2,79*
H_1	3,82*	2,86*	3,21*
H_2	2,64*	1,99*	1,83*
E	0,25*	0,02	0,01
H_1/D	2,69	7,53	2,10
$\sqrt{H_1/D}$	1,63	2,74	1,44
$H_2/4H_1$	0,17	0,17	0,14
$\sqrt{4DH_1}+F/\sqrt{4DH_1}-F$	1,11	1,24	1,15
H^2	0,79	0,72	0,98
h^2	0,24	0,18	0,11
r между X_p и W_r+V_r	0,12±0,351	−0,57±0,290	−0,70±0,252*
$b_{Wr/Vr}$	0,94	0,38	0,81

Полученные нами данные согласуются с результатами исследований А.М. Медведева [11], И.Ф. Деминой [3]. В наследовании признака проявляется сверхдоминирование ($H_1/D>1$). В 2006 г. существенное влияние на массу зерна с растения оказывал паратипический компонент дисперсии (E).

Коэффициент корреляции между средними значениями родителей и суммой W_r+V_r варьировал в зависимости от условий среды и величины поколения. В 2006 и 2007 гг. в F_1 имело место ненаправленное доминирование (коэффициент корреляции недостоверен, r = 0,12±0,351 и −0,57±0,290 соответственно). Однако в 2007 г. в F_2 коэффициент корреляции отрицателен и достоверен (r = −0,70±0,252). Это указывает на то, что данный признак увеличивают доминантные гены. Распределение доминантных и рецессивных аллелей между сортами неравномерное ($H_2/4H_1$=0,14...0,17). Соотношение доминантных и рецессивных генов у родительских сортов показывает, что асимметрия смещена в сторону доминантных генов. Наиболее стабильным расположением в доминантной зоне графика характеризовались сорта Московская 39 и Туровчанка (см. рисунок).



2006 год, F_1 *2007 год, F_1* *2007 год, F_2*

Графики Хеймана по признаку «масса зерна с растения»

Выводы. Установлено, что признак «масса зерна с растения» контролируется аддитивно-доминантной генетической системой с преобладанием доминантных эффектов. Отбор следует проводить в поздних гибридных поколениях, когда большинство генотипов будет находиться в гомозиготном состоянии.

Гибридные популяции Победа 50/Туровчанка, Хазарка/Оренбургская 105, Хазарка/Смуглянка, Туровчанка/Московская 39 и Смуглянка/Московская 39 рекомендуется использовать в селекции на увеличение массы зерна с растения.

В качестве донора в селекции на увеличение признака наиболее ценен сорт Московская 39.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильева В.Ю.* Диаллельный анализ гибридов яровой мягкой пшеницы: автореф. дис.... канд. биол. наук. – Л., 1979. – 18 с.

2. *Головоченко А.П.* Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы. – Кинель, 2001. – 380 с.

3. *Дёмина И.Ф., Косенко С.В.* Изменчивость и наследование массы зерна с колоса у гибридов яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (137). – С. 5–9.

4. *Зыкин В.А., Калашник Н.А.* Основы комбинационной селекции самоопылителей в условиях Западной Сибири. – Новосибирск, 1984. – 60 с.

5. *Кныш А.И., Норик И.М.* Гетерозис гибридов первого поколения и его влияние на эффективность отбора во втором и старших поколениях межсортовых гибридов озимой пшеницы // Генетика количественных признаков с.-х. растений. – М., 1978. – С. 202–205.

6. *Кривобочек В.Г., Косенко С.Н.* Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы на скороспелость и продуктивность в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вестник госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 9. – С. 20–22.

7. *Кривобочек В.Г., Косенко С.Н.* Сопряжённость урожайности и ее элементов у озимой мягкой пшеницы // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 10. – С. 43–44.

8. *Лонц В.* Способы действия генов и наследуемость хозяйственно-ценных признаков пшеницы // Вопросы селекции и генетики зерновых культур. – М., 1983. – С. 299–308.

9. *Майданюк Н.Д.* Диаллельный анализ количественных признаков яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана // Комплексные меры повышения урожайности сельскохозяйственных культур в зерновой зоне Казахстана: сб. науч. тр. – Целиноград, 1982. – С. 70–81.

10. *Медведев А.М.* Комбинационная способность яровой мягкой пшеницы в условиях орошения // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР, 1981. – Т. 69. – Вып. 3. – С. 26–33.

11. *Медведев А.М.* Поиск доноров повышенной продуктивности в ранних поколениях гибридов яровой пшеницы при орошении // Селекционно-ценные сорта зерновых культур для Центрального Нечерноземья: сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР, 1985. – Т. 93. – С. 10–17.

12. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений / В.А. Драгавцев [и др.] // Доклады АН СССР. – 1984. – Т. 274. – № 3. – 720 с.

13. *Орлюк А.П.* Генетические основы селекции сортов озимой пшеницы для условий орошения: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Л., 1976. – 36 с.

14. *Суркова Л.И., Соколова К.Д., Пухальский А.В.* Комбинационная способность образцов озимой пшеницы по зимо-, морозостойкости и другим количественным признакам // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР, 1989. – Т. 127. – С. 49–57.

15. *Сухоруков А.Ф.* Селекция зимостойких сортов озимой пшеницы в Самарском НИИСХ // Научные труды – юбилейный выпуск, посвящ. 95-летию со дня рождения академика П.П. Лукьяненко. – Самара, 1996. – С. 29–34.

16. *Сухоруков А.Ф.* Селекционно-генетические исследования количественных признаков зимостойких сортов озимой мягкой пшеницы // Генетика, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр., посвящ. 100-летию Самарского НИИСХ. – Самара: НТЦ, 2003. – С. 28–37.

17. *Сюков В.В.* Методы подбора родительских пар для гибридизации у самоопыляющихся растений. – Самара: НТЦ, 2007. – 84 с.

18. *Турбин Н.В., Хотылева Л.В., Тарутина Л.Р.* Диаллельный анализ в селекции растений. – Минск: Наука и техника, 1974. – С. 93–154.

19. *Удачин Р.А., Медведев А.М., Бондарева Т.Н.* Комбинационная способность и генетические компоненты изменчивости сортов яровой мягкой пшеницы в диаллельных скрещиваниях // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР, 1985. – Т. 93. – С. 17–25.

20. *Федин М.А., Силис Д.Я., Смиряев А.В.* Метод анализа количественных признаков с помощью математико-статистических методов. – М., 1980. – 207 с.

21. *Хангильдин В.В., Бирюков С.В.* К оценке комбинационной способности сортов озимой пшеницы // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. – 1984. – № 1 (51). – С. 28–33.

22. *Цильке Р.А., Кочур О.Т., Садыкова С.А.* Изменчивость генетических параметров при диаллельном анализе количественных признаков мягкой яровой пшеницы // Генетика. – 1979. – Т.15. – № 5. – С. 872–881.

23. Diallel analisis of winter wheat at two nitrogen levels / J. Le Gois, D. Beghin, E. Heumez and P. Pluchgard // Crop Science, 2002, Vol. 42, P. 1129–1134.

24. *Griffing B.* Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems // Australian Journal, 1951, P. 463–493.

25. *Hayman B.I.* The theory and analysis of diallel crosses // Genetics, 1954, Vol. 10, P. 235–244.

Косенко Светлана Валентиновна, *канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Россия.*

Кривобочек Виталий Григорьевич, *д-р с.-х. наук, проф., главный научный сотрудник, Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Россия.*

442731, Пензенская обл., р.п. Лунино 1, ул. Саратовская, 21.

Тел.: 89042668573; e-mail: penzniish-szk @ mail.ru.

***Ключевые слова**: озимая мягкая пшеница; масса зерна с растения; диаллельный анализ; комбинационная способность; сорта; доноры.*

COMBINATION ABILITY AND GENETIC CONTROL OF GRAIN MASS FROM PLANTS OF WINTER SOFT WHEAT IN DIALULAR CROPS

Kosenko Svetlana Valentinovna, *Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Penza Research Agricultural Institute. Russia.*

Krivobochek Vitaliy Grigoryevich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Main Researcher, Penza Research Agricultural Institute. Russia.*

***Keywords:** winter soft wheat; grain mass from the plant; diallelic analysis; combination ability; varieties; donors.*

In the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region, the combinational ability and genetic control of the "mass of grain from the plant" sign in the diallelic complex of 10 varieties of winter soft wheat were studied. The article presents the weather conditions in the years of research. The studied varieties differed significantly in the mass of grain from the plant. In maternal varieties, it was 2.34-4.75 g. It was established that the conditions of the year and the analyzed generation (F1 and F2) influenced the manifestation of the genetic systems determining inheritance of the trait, as well as the effects of ACS and SCS. With the use of diallelic analysis, it was established that the sign "mass of grain from a plant" in the studied set of varieties is controlled by an additive dominant genetic system with predominance of dominant effects (D <H1). Consequently, the presence of dominant effects in the control of the "grain from plant" sign allows us to recommend selection for this feature in late hybrid generations. As a donor in the selection for the increase of the trait, Moscow 39 is the most valuable.

УДК 619:616.98:578

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕЛЕЗИСТОГО ОТДЕЛА ЖЕЛУДКА СУТОЧНЫХ ЦЫПЛЯТ

КРАШЕНИННИКОВА Екатерина Николаевна, *Донской государственный технический университет*

ЛАПИНА Татьяна Ивановна, *Донской государственный технический университет*

Показана особенность железистого желудка суточных цыплят: присутствие кислых углеводсодержащих биополимеров на поверхности ворсинок и в наружных железах, несовершенство структурной и функциональной организации глубоких желез, наличие большого количества эндокринных клеток в глубоких железах.

Промышленное птицеводство как самая наукоемкая и динамичная отрасль АПК вносит весомый вклад в обеспечение населения продовольствием. Птицеводство – это основной поставщик высококачественного животного белка. В мировой структуре производства мяса всех видов сельскохозяйственных животных птица занимает второе место после свиней. Работа в этой отрасли требует глубоких специальных знаний биологии, морфологии и физиологии птиц [1]. Особый практический интерес представляет изучение органов пищеварения животных в онтогенезе, поскольку как общая, так и специфическая иммунологическая реактивность организма, наряду с другими факторами, зависит от питания на каждом его этапе [6].

Цель нашей работы – изучить методом гистохимического анализа показатели железистого отдела желудка кур в начальный период постэмбрионального онтогенеза.

Методика исследований. Материалом для исследований послужили желудки клинически здоровых цыплят суточного возраста яичного кросса ломанн браун. Парафиновые срезы толщиной 5–6 мкм изготавливали по общепринятой методике с последующей окраской гематоксилином и эозином для обзорных исследований и морфометрических измерений, по Ван-Гизон – для выявления соединительной ткани, по Маллори – на коллагеновые волокна, по Вейгерту – на эластические волокна. Чтобы выявить плазматические клетки, срезы окрашивали по Браше. Для выявления нервных волокон проводили импрегнацию серебром по методу Фута [3]. Гликоген и нейтральные углеводсодержащие биополимеры определяли с помощью