

УДК 547.458:615.322

СОСТАВ ВОДОРАСТВОРИМОГО ПОЛИСАХАРИДНОГО КОМПЛЕКСА ПЛОДОВ ИРГИ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС

Лаксаева Е.А.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова»,
Рязань, e-mail: elenalaksaeva@mail.ru

Научно-технический прогресс предъявляет повышенные требования к организму работающего человека. Одним из факторов, повышающих адаптационные резервы организма, является рациональное питание, и поиск в связи с этим пищевых веществ повышающих биологическую ценность продуктов весьма актуален. Согласно литературным данным, источниками таких веществ могут быть продукты растительного происхождения и входящий в их состав комплекс биологически активных соединений, в частности водорастворимый полисахаридный комплекс. В статье приводятся данные о составе водорастворимого полисахаридного комплекса (ВРПК) зрелых плодов ирги обыкновенной и его влиянии на организм лабораторных крыс при энтеральном введении. ВРПК выделяли из сухих и измельченных плодов. Растительное сырье заливали горячей водой и экстрагировали в течение полутора часов, экстракт упаривали и осаждали этиловым спиртом. Осадок промывали этиловым спиртом и дважды ацетоном. Выделенный полисахарид высушивали в вакууме в течение 12 часов над P_2O_5 . Выход полисахаридного комплекса из зрелых плодов составляет 2,1%. ВРПК плодов ирги обыкновенной содержит шесть основных моносахаридных компонентов: D – галактуроновую кислоту, D – галактозу, D – глюкозу, L – арабинозу, D – ксилозу и L – рамнозу. Кроме того, ВРПК плодов ирги обыкновенной содержит такие макроэлементы, как калий, магний, натрий и кальций. При энтеральном введении лабораторным животным ВРПК вызывает существенные изменения в составе форменных элементов крови, гемоглобина, железа и железосвязывающей способности крови, белкового состава ее плазмы, увеличение физической работоспособности. Все это позволило сделать заключение о том, что ВРПК, выделенный из зрелых плодов ирги обыкновенной, при энтеральном введении лабораторным крысам повышает адаптационные резервы их организма.

Ключевые слова: состав водорастворимого полисахаридного комплекса плодов ирги обыкновенной, показатели крови, физическая работоспособность, лабораторные крысы

THE CONTENT OF WATER SOLUBLE POLYSACCHARIDE COMPLEX OF AMELANCHIER FRUIT AND ITS EFFECT ON THE ORGANISM OF LABORATORY RATS

Laksaeva E.A.

Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlov, Ryazan,
e-mail: elenalaksaeva@mail.ru

Scientific and technological progress places enormous demands on the organism of a working person. One of the factors increasing the adaptation reserves of an organism is a rational nutrition and, in this regard, the search of nutrients boosting the biological value of foodstuffs. The literature indicates that the sources of such substances may be products of plant origin and a complex of biologically active compounds in their content, in particular, the water soluble polysaccharide complex. The article includes data about the content of water soluble polysaccharide complex (WSPC) of Amelanchier mature fruit and about its effect on the organism of laboratory rats in case of enteral administration. WSPC was extracted from dry and chopped fruit. They poured hot water on the plant raw material and did extraction for one and a half hours, after that they did evaporation of the extract and its sedimentation with ethanol. The sediment was rinsed with ethanol and twice with acetone. The extracted polysaccharide was dried in vacuum during 12 hours on P_2O_5 . The output of polysaccharide complex from mature fruit is 2,1%. WSPC of Amelanchier fruit consists of six principal monosaccharide components: D – galacturonic acid, D – galactose, D – glucose, L – arabinose, D – xylose and L – rhamnose. Furthermore, WSPC of Amelanchier fruit contents such microelements as potassium, magnesium, sodium and calcium. In case of enteral administration in laboratory animals, WSPC provokes considerable changing in the content of blood constituents, haemoglobin, iron and iron binding capacity of the blood, protein component of its plasma, the increase of physical workability. All this led conclude that WSPC, extracted from Amelanchier mature fruit, in case of enteral administration in laboratory rats, boosts the adaptation reserves of their organism.

Keywords: content of water soluble polysaccharide complex of Amelanchier fruit, blood parameters, physical workability, laboratory rats

В современных условиях изыскание веществ, входящих в состав пищевых продуктов, повышающих адаптационные резервы организма, весьма актуально. Питание, сбалансированное по содержанию белков, углеводов, витаминов, а также биологиче-

ски активных веществ (БАВ), обеспечивает развитие организма, повышение качества жизни и работоспособность, улучшает адаптацию человека к изменяющимся условиям окружающей среды [1, 2]. Перспективными веществами, отвечающими этим требова-

ниям, являются полисахариды, выделенные из растений [3]. Одним из источников полисахаридов рассматриваются плоды ирги обыкновенной [4]. Ирга обыкновенная (*Amelanchier vulgaris* Moench; семейство розоцветных – Rosaceae, подсемейство яблоневых – Pomoideae). Безусловно, вызывает интерес не только состав полисахаридного комплекса плодов ирги обыкновенной, но и возможное влияние этого комплекса на организм при энтеральном введении.

Цель исследования: изучение состава водорастворимого полисахаридного комплекса зрелых плодов ирги обыкновенной и его влияние на показатели крови и физическую работоспособность лабораторных крыс при энтеральном введении.

Материалы и методы исследования

Водорастворимый полисахаридный комплекс (ВРПК) выделяли из зрелых плодов ирги обыкновенной (*Amelanchier vulgaris* M.), растущей в Рязанской области. Изучался состав водорастворимого полисахаридного комплекса плодов ирги обыкновенной и его влияние на показатели крови и физическую работоспособность лабораторных крыс при энтеральном введении.

Водорастворимый полисахаридный комплекс выделяли из сухих, измельченных плодов путем водной экстракции, в течение полутора часов, на водяной бане. Отфильтрованный экстракт осаждали этиловым спиртом (96%). Осадок полисахарида промывали этиловым спиртом и ацетоном. Выделенный полисахарид высушивали над P_2O_5 [4]. В образцах ВРПК определяли количество уронового ангидрида методом комплексометрического титрования, некоторые элементы (K, Na, Ca, Mg) – атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре марки С-115.

При изучении моносахаридного состава полисахарида (100 мг) подвергали гидролизу, в течение 9 часов на кипящей водяной бане, с добавлением серной кислоты (1 н H_2SO_4 5 мл). Гидролизат нейтрализовали карбонатом бария, фильтровали и упаривали до 1 мл. Продукты гидролиза подвергали хроматографированию. Моносахариды выявляли кислым анилинфталатом в бутиловом спирте. Идентификацию проводили сравнением со стандартными препаратами моносахаридов [4]. Соотношения нейтральных сахаров галактозы (Gal), глюкозы (Glc), арабинозы (Ara), ксилозы (Xyl) и рамнозы (Rham) определяли методом нисходящей хроматографии [5].

Препарат в виде 10% раствора, приготовленного на физиологическом растворе, в течение 30 дней, один раз в сутки вводили 54 крысам линии Вистар, массой 180–230 г, энтерально в дозе 0,1 г/кг массы тела. Животные контрольной группы, в те же сроки, получали аналогичный объем физиологического раствора, что и животные экспериментальной группы. На 2, 4, 6, 8, 11 сутки после начала введения препарата у крыс контрольной и экспериментальной групп брали для исследования кровь. У всех животных оценивали содержание форменных элементов крови, железа, уровень гемоглобина и железосвязывающую способность сыворотки, а также белковые фракции плазмы [6, 7].

Физическую работоспособность исследовали с помощью плавательного теста. Животные контрольной группы, получавшие физиологический раствор в том же объеме, что и экспериментальные животные, рассматривались в качестве контроля.

Полученные данные подвергнуты статистической обработке методами параметрической статистики. Различия сравниваемых средних величин считались достоверными при уровне значимости $Pd < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Выход ВРПК из зрелых плодов ирги обыкновенной составлял 2,1%. При этом основную долю представлял уроновый ангидрид ($85,6 \pm 0,36\%$). Поэтому мы сделали заключение о том, что выделенный ВРПК ирги обыкновенной являлся разновидностью смеси пектинов.

Исследование полисахаридного комплекса плодов ирги обыкновенной выявило значительное содержание в них таких минеральных элементов, как калий, магний, натрий и кальций. Установлено, что в полисахаридном комплексе больше содержалось калия, чем магния, натрия и кальция. Содержание калия в ВРПК ирги составляло 1,18%, тогда как магния 0,55%, а натрия и кальция 0,39% и 0,34% соответственно.

При хроматографическом анализе гидролизата водорастворимого полисахаридного комплекса плодов ирги обыкновенной установлено, что он содержит D – галактуроновую кислоту, D – галактозу, D – глюкозу, L – арабинозу, D – ксилозу, L – рамнозу (табл. 1).

Учитывая представленные выше данные, а также установленный ранее нами факт наличия в плодах ирги обыкновенной

таких микроэлементов, как железо, марганец, цинк и медь [4], авторы пришли к заключению, что ВРПК ирги обыкновенной может рассматриваться как биологически активный комплекс, который может оказать существенное влияние на организм животных при энтеральном введении.

На следующем этапе исследования мы изучили влияние ВРПК ирги обыкновенной на ряд показателей организма лабораторных крыс при энтеральном введении.

Под влиянием ВРПК плодов ирги обыкновенной количество эритроцитов в крови подопытных крыс статистически достоверно возрастало на 5 и 7 сутки, что превосходило уровень показателей лабораторных животных контрольной группы (табл. 2). После 10 суток получения животными ВРПК ирги количество эритроцитов практически снижалось до исходного уровня (табл. 2). Уровень гемоглобина уже после трех введений препарата статистически достоверно возрастал и превосходил показатели животных контрольной группы. При дальнейшем получении экспериментальными животными препарата количество гемоглобина постепенно снижалось до уровня показателей контрольной группы (табл. 2).

Количество железа в сыворотке крови животных, получавших ВРПК, статистически достоверно увеличивалось уже после первых суток эксперимента по отношению

к уровню контрольной группы. Максимальное количество железа в крови лабораторных крыс наблюдалось на третьи сутки введения полисахаридов и более чем в 2,5 раза превышало показатель животных контрольной группы (табл. 2). Аналогичным образом изменялась железосвязывающая способность крови экспериментальных животных по сравнению с контрольной группой.

Неоднозначным оказалось влияние ВРПК ирги на фракции лейкоцитов крови экспериментальных животных (табл. 3). После первого введения ВРПК в крови экспериментальных животных численность лимфоцитов незначительно возрастала, по сравнению с животными контрольной группы с последующим восстановлением на уровень показателей животных контрольной группы к пятым суткам введения препарата. Начиная с седьмых суток введение полисахарида приводило к постепенному снижению численности лимфоцитов в крови экспериментальных животных по сравнению с контролем (табл. 3). Количество моноцитов в крови подопытных крыс под воздействием ВРПК практически не изменялось по сравнению с аналогичным показателем контрольных животных в течение недели приема полисахарида. Только после десятикратного введения животным полисахаридного комплекса численность моноцитов в их крови существенно возрастала (табл. 3).

Таблица 1

Содержание моносахаридов в ВРПК, выделенном из зрелых плодов ирги обыкновенной

Относительное содержание моносахаридов в ВРПК плодов ирги обыкновенной в % M ± m				
галактоза Gal	глюкоза Glc	арабиноза Ara	ксилоза Xyl	рамноза Rha
13,19 ± 1,63	14,96 ± 0,46	37,12 ± 1,73	20,52 ± 1,36	14,21 ± 0,96

Таблица 2

Изменение показателей крови животных, получавших ВРПК, выделенный из зрелых плодов ирги обыкновенной

№ п/п	Показатели крови	Контроль M ± m	1 сутки M ± m	3 сутки M ± m	5 сутки M ± m	7 сутки M ± m	10 сутки M ± m
1	Эритроциты ($\times 10^{12}/л$)	5,30 ± 0,31	5,26 ± 0,08	6,11 ± 0,21	6,42 ± 0,45*	6,53 ± 0,22*	5,29 ± 0,18
2	Гемоглобин (г/л)	114,5 ± 1,02	115,7 ± 1,59	136,7 ± 2,88*	118,5 ± 1,21*	115,3 ± 2,20	112,3 ± 3,23
3	Железо (мкмоль/л)	8,1 ± 0,41	13,8 ± 0,37*	21,7 ± 1,65*	17,5 ± 1,07*	18,6 ± 1,1*	15,5 ± 0,9*
4	ЖСС (мкмоль/л)	70,2 ± 1,13	79,7 ± 1,60*	88,9 ± 1,64*	86,9 ± 1,23*	79,0 ± 1,20*	80,0 ± 0,81*

Примечание. В таблице * – Pd < 0,05 по отношению к контрольной группе; M ± m – средняя величина показателя и её вероятная ошибка. ЖСС – железосвязывающая способность крови.

Вместе с тем общее количество лейкоцитов крови экспериментальных животных, под влиянием ВРПК плодов ирги, имело отчетливую тенденцию к снижению (табл. 3). После семидневного введения препарата наблюдался их минимальный уровень, который составлял 42% от уровня показателей животных контрольной группы. После десятикратного введения полисахарида происходило некоторое увеличение общей численности лейкоцитов и формировало тенденцию нормализации их общей численности.

Разнонаправленно происходило изменение белковых фракций плазмы крови у лабораторных животных, получавших полисахариды. Под влиянием ВРПК в плазме подопытных крыс на третьи сутки введение препарата приводило к незначительному увеличению количества альбуминов (табл. 4). После 10 суток получения животными полисахарида выявленная тенденция в изменении количества альбуминов сохранялась. Количество α_2 -макроглобулинов практически не изменялось в течение всего времени проведения эксперимента, и только после десяти дней введения подопытным крысам полисахарида оно существенно возрастало (табл. 4). Уровень β -глобулиновой фракции под влиянием всего времени введения полисахарида достоверно снижался по сравнению с показателями животных контрольной группы. Содержание γ -глобулинов под влиянием первых пяти введений полисахарида оставалось на уровне контрольной группы, а на 7–10 сутки опыта снижалось по сравнению с показателями животных контрольной группы (табл. 4).

Под действием полисахарида зрелых плодов ирги обыкновенной у животных отмечалось повышение физической работоспособности по критерию плавательного теста. Это отражалось в статистически достоверном увеличении времени плавания животных и достигало своего максимального значения на 10 сутки введения препарата (табл. 5).

Следует отметить, что повышенная работоспособность у крыс экспериментальной группы сохранялась и в течение 7 дней после окончания получения животными полисахаридов (табл. 5).

Обсуждая возможные механизмы влияния ВРПК плодов ирги обыкновенной на показатели крови лабораторных животных, следует отметить, что основную долю полисахаридного комплекса составляют пек-

тины. Согласно литературным данным пектины в желудочно-кишечном тракте не подвергаются гидролизу и поэтому моносахара, являющиеся составной частью ВРПК, не всасываются и не попадают во внутреннюю среду организма. По-видимому, полисахаридный комплекс, выделенный из плодов ирги обыкновенной, не может оказывать прямого действия на клетки и органы мишени организма экспериментальных животных. Согласно литературным данным пектины являются питательной средой для сапрофитов и способствуют их развитию в кишечнике. Продукты жизнедеятельности сапрофитов характеризуются биологической активностью, обладая в том числе способностью активировать эритропоэз и гемопоэз. Косвенно о направленности такого влияния свидетельствуют процессы увеличения соединений железа в крови и ее железосвязывающих свойств. Повышение эритроцитов и гемоглобина в крови увеличивает кислородную емкость крови, что, на наш взгляд, и приводит к повышению физической работоспособности животных. Вторым аспектом возможных механизмов влияния ВРПК плодов ирги обыкновенной на организм животных является повышение биодоступности макро- и микроэлементов, содержащихся в полисахаридах, улучшение их всасывания в кишечнике под влиянием биологически активных веществ, выделяемых сапрофитами и, в этой связи, улучшение метаболизма в тканях. Представленные в статье результаты исследований о влиянии полисахаридного комплекса зрелых плодов ирги обыкновенной на содержание в крови лейкоцитов и белковые фракции плазмы свидетельствуют о его модулирующем влиянии на иммунокомпетентную систему. Однако этот аспект действия полисахаридного комплекса на организм животных требует уточнения и дальнейшего изучения.

Выводы

1. Водорастворимый полисахаридный комплекс, выделенный из зрелых плодов ирги обыкновенной, представлен в основном урановым ангидридом, а также шестью моносахаридными компонентами: D – галактуроновой кислотой, D – галактозой, D – глюкозой, L – арабинозой, D – ксилозой, L – рамнозой.

2. Водорастворимый полисахаридный комплекс, выделенный из зрелых плодов ирги обыкновенной, содержит ряд минеральных элементов, таких как калий, магний, натрий и кальций.

Таблица 3

Изменения клеточного состава «белой» крови крыс, получавших ВРПК, выделенный из зрелых плодов ирги обыкновенной, по сравнению с показателями животных контрольной группы

№ п/п	Клеточный состав «белой» крови	Группы сравнения					
		Контроль M ± m	1 сутки M ± m	3 сутки M ± m	5 сутки M ± m	7 сутки M ± m	10 сутки M ± m
1	Лимфоциты (%)	79,7 ± 0,90	82,5 ± 0,48	82,4 ± 0,65	78,9 ± 0,98	71,8 ± 1,10*	58,2 ± 0,52*
2	Моноциты (%)	4,85 ± 0,21	3,8 ± 0,14*	4,7 ± 0,36	3,86 ± 0,13*	4,7 ± 0,17	7,3 ± 0,15*
3	Лейкоциты (x10 ⁹ /л)	15,5 ± 0,19*	11,6 ± 0,22*	7,18 ± 0,17*	7,8 ± 0,04*	6,5 ± 0,21*	7,2 ± 0,16*

Примечание. * – Pd < 0,05 по сравнению с контрольной группой; M ± m – средняя величина показателя и её вероятная ошибка.

Таблица 4

Белковые фракции плазмы крови животных, получавших ВРПК зрелых плодов ирги обыкновенной, и животных контрольной группы

№ п/п	Белковые фракции плазмы крови в %	Группы сравнения					
		Контроль M ± m	1 сутки M ± m	3 сутки M ± m	5 сутки M ± m	7 сутки M ± m	10 сутки M ± m
1	альбумины	44,3 ± 1,17	47,0 ± 0,65	50,7 ± 0,41*	49,9 ± 2,51	50,0 ± 1,12*	47,1 ± 1,72
2	α ₁ -глобулины	14,7 ± 0,73	15,9 ± 0,51	14,1 ± 0,40	15,3 ± 0,57	13,0 ± 0,02	17,9 ± 0,37*
3	α ₂ -глобулины	7,2 ± 0,6	7,7 ± 0,18	7,0 ± 0,30	7,0 ± 0,55	7,0 ± 0,69	10,4 ± 0,04*
4	β-глобулины	21,9 ± 2,04	18,4 ± 0,98	16,3 ± 0,38*	16,0 ± 0,74*	18,0 ± 0,17	15,8 ± 0,66*
5	γ-глобулины	11,9 ± 0,33	10,9 ± 0,64	11,9 ± 0,64	11,7 ± 0,70	8,3 ± 0,72*	8,7 ± 0,77*

Примечание. * – Pd < 0,05 по сравнению с контрольной группой; M ± m – средняя величина показателя и её вероятная ошибка.

Таблица 5

Показатели плавательного теста животных, получавших ВРПК зрелых плодов ирги обыкновенной

№ п/п	Группы сравнения	Условия наблюдения						
		1 сутки	5 сутки	10 сутки	15 сутки	20 сутки	25 сутки	Последствие
		Среднее время плавания, в мин M ± m						
1	Контр.	1,42 ± 0,01	1,45 ± 0,01	1,43 ± 0,02	1,42 ± 0,02	1,5 ± 0,02	1,5 ± 0,04	1,7 ± 0,06
2	Опыт	1,41 ± 0,01	1,51 ± 0,01*	2,03 ± 0,05*	1,85 ± 0,04*	1,92 ± 0,04*	2,01 ± 0,03*	2,16 ± 0,02*

Примечание. * – Pd < 0,05 по сравнению с контрольной группой; M ± m – средняя величина показателя и её вероятная ошибка.

3. Водорастворимый полисахаридный комплекс, выделенный из зрелых плодов ирги обыкновенной, при энтеральном введении повышает физическую работоспособность экспериментальных животных по показателям плавательного теста.

4. Водорастворимый полисахаридный комплекс, выделенный из зрелых плодов

ирги обыкновенной, при энтеральном введении лабораторным крысам увеличивает количество эритроцитов и гемоглобина, а также количество железа и железосвязывающую способность сыворотки крови, что является физиологической основой повышения физической работоспособности экспериментальных животных.

Список литературы

1. Режим питания в сохранении здоровья работающего населения / И.В. Кобелькова [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 5. – С. 17–21.
2. Пивоваров В.Ф. Овощи – продукты и сырье для функционального питания / В.Ф. Пивоваров, О.Н. Пышная, Л.К. Гуркина // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 3. – С. 121–127.
3. Сычев И.А. Изучение состава, некоторых физико-химических свойств и биологической активности полисахаридного комплекса листьев лопуха большого / И.А. Сычев, Д.Г. Кокина // Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова. – 2017. – № 1. – С. 42–48.
4. Лаксаева Е.А. Зависимость накопления плодами обыкновенной ирги биологически активных веществ от экологической ситуации и их влияние на состояние животных: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Балашиха, 2011. – 24 с.
5. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
6. Ерзылева Т.В. Влияние растительных полисахаридов на кровь и кроветворение в норме и при патологии // Наука молодых (Eruditio Juvenium): электронный научный журнал. – 2015. – № 3. – С. 97–102. URL: www.naukamolod.rzgm.ru (дата обращения: 17.04.2018).
7. Сычев И.А. Влияние полисахарида ирги обыкновенной на кровь здоровых животных / И.А. Сычев, Е.А. Лаксаева // Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова. – 2010. – № 3. – С. 155–162.

References

1. Rezhim pitaniya v soxranenii zdorov'ya rabotayushhego naseleniya / I.V. Kobel'kova [i dr.] // Voprosy' pitaniya. – 2017. – T. 86, № 5. – pp. 17–21.
2. Pivovarov V.F. Ovoshhi – produkty' i sy'r'e dlya funktsional'nogo pitaniya / V.F. Pivovarov, O.N. Py'shnaya, L.K. Gurkina // Voprosy' pitaniya. – 2017. – T. 86, № 3. – pp. 121–127.
3. Sy'chev I.A. Izuchenie sostava, nekotory'x fiziko-ximicheskix svoystv i biologicheskoy aktivnosti polisaxaridnogo kompleksa list'ev lopuxa bol'shogo / I.A. Sy'chev, D.G. Kokina // Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik im. akad. I.P. Pavlova. – 2017. – № 1. – pp. 42–48.
4. Laksaeva E.A. Zavisimost' nakopleniya plodami oby'kvennoj irgi biologicheskii aktivny'x veshhestv ot e'kologicheskoy situacii i ix vliyanie na sostoyanie zhivotny'x: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Balashixa, 2011. – 24 p.
5. Ermakov A.I. Metody' bioximicheskogo issledovaniya rastenij / A.I. Ermakov, V.V. Arasimovich, N.P. Yarosh. – L.: Agropromizdat, 1987. – 430 p.
6. Erzy'leva T.V. Vliyanie rastitel'ny'x polisaxaridov na krov' i krovetvorenje v norme i pri patologii // Nauka molody'x (Eruditio Juvenium): e'lektronny'j nauchny'j zhurnal. – 2015. – № 3. – pp. 97–102. URL: www.naukamolod.rzgm.ru (data obrashheniya: 17.04.2018).
7. Sy'chev I.A. Vliyanie polisaxarida irgi oby'kvennoj na krov' zdorovy'x zhivotny'x / I.A. Sy'chev, E.A. Laksaeva // Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik im. akad. I.P. Pavlova. – 2010. – № 3. – pp. 155–162.