

Ж.А.Рупасова, член-корреспондент МСА, доктор биологических наук

Е.Н.Кутас, кандидат биологических наук

В.А.Игнатенко, научный сотрудник

В.Г.Русаленко, кандидат биологических наук

Р.Н.Рудаковская, мл.научный сотрудник

Н.П.Варавина, мл.научный сотрудник

Е.Н.Матюшевская, инженер

Центральный ботанический сад НАНБ

УДК 634.738:631.53

Влияние способов размножения на химический состав листьев растений семейства Брусничные

Сообщение 1. - Брусника обыкновенная.

Установлены основные тенденции в изменении уровня накопления отдельных компонентов химического состава листьев брусники обыкновенной (фотосинтезирующих пигментов – хлорофиллов а и b, β -каротина и ксантофиллов; макро- и микроэлементов; углеводов – растворимых сахаров, пектиновых веществ, крахмала; продуктов вторичного синтеза: флавоноидов – антоциановых пигментов, катехинов, флавонолов; дубильных веществ; свободных органических кислот; хлорогеновых, бензойной кислоты и аскорбината, а также активности пероксидазы и полифенолоксидазы) при меристемном и традиционном (черенкованием) способах размножения растений.

There have been determined the main tendencies of the process of accumulating some chemical components (photosynthesis pigment - a and b chlorophyll, beta carotene and xanthofyll, macro and micro elements, pectin substances, starch, secondary synthesis substances, flavonoid - anthocyan pigments, catachin, flavone, tannic substances, free organic acids, chlorogene and benzoic acids, ascorbic, peroxidase and polyphenoloxidase) of the common cowberry (red whortleberry) leave during multiplication by meristeme and usual (by cutting) methods.

Наряду с традиционными методами вегетативного и генеративного размножения растений существует относительно новый метод клонального микроразмножения. В его основе лежит уникальная способность растительной клетки под экспериментальным воздействием дать начало целому растительному организму.

Этот метод незаменим в селекции, так как сокращает сроки получения товарной продукции до 3–4 лет вместо 10–12. Он позволяет получить оздоровленный посадочный материал, добиться ускоренного перехода от ювенильной фазы развития растения к репродуктивной фазе, поддерживать рост растений круглый год, размножать такие виды, которые вегетативно не размножаются или размножаются с трудом, экономить площади теплиц, занятые маточными растениями.

Учитывая требования времени, в Центральном ботаническом саду НАНБ с 1987 г. проводятся исследования по клональному микроразмножению интродуцированных сортов растений семейства Брусничные, обладающих неоценимыми лекарственными и пищевыми достоинствами.

Анализ результатов наблюдений за сезонным развитием этих растений показал, что они по ряду параметров не уступают растениям, полученным традиционным методом (черенкованием), а по некоторым показателям (усиленное образование базальных побегов и морозоустойчивость) даже превосходят их.

Вместе с тем есть все основания предполагать, что указанные преимущества в развитии меристемных растений относительно традиционной культуры обусловлены определенными сдвигами в метаболических процессах, приводящими к известным изменениям их химического состава.

Для проверки данного предположения было проведено сравнение основных показателей химизма ассимилирующих органов меристемных растений семейства Брусничные с одновозрастными растениями, выращенными традиционным методом вегетативного размножения при идентичных агротехнических условиях.

В данном сообщении приводятся результаты исследований для брусники обыкновенной сорта Коралл.

В середине и конце вегетационного периода 1994 г. (20.07 и 10.10) были отобраны образцы листьев этого растения, выращенного на опытном участке ЦБС НАНБ двумя методами – стерильной культуры

и традиционного черенкования.

В отобранных усредненных пробах листьев были определены следующие показатели: содержание сухого вещества; аскорбиновой кислоты (витамина С); титруемых кислот (общей кислотности); фотосинтезирующих пигментов (хлорофиллов а и b, β -каротина и суммы каротиноидов); минеральных элементов – азота, фосфора, калия, кальция, магния, железа, марганца, цинка, меди, бора; углеводов – водорастворимых сахаров (глюкозы, фруктозы, сахарозы), пектиновых веществ (гидропектина и протопектина), крахмала, хлорогеновых и бензойной кислот; полифенолов (антоциановых пигментов, катехинов, флавонолов); дубильных веществ, а также активность окислительно-восстановительных ферментов – пероксидазы и полифенолоксидазы.

Все определения осуществлены с использованием общепринятых методов получения аналитической информации.

Сравнительное изучение характера накопления пластидных пигментов в ассимилирующих органах брусники обыкновенной сорта Коралл, выращенной методом стерильной культуры и традиционным черенкованием, показало, что в конце вегетационного периода суммарная концентрация хлорофиллов в первом случае оказалась в 1,8 раза выше, чем во втором (табл. 1). Отмеченная активизация биосинтеза зеленых пигментов сочеталась с сохранением структуры хлорофилльного комплекса, о чем свидетельствовала относительная устойчивость соотношения его компонентов – "а" и "b".

Вместе с тем различные способы размножения опытного материала не оказали выраженного воздействия на размеры общего накопления желтых пластидных пигментов.

Разумеется, отмеченная нами активизация биосинтеза зеленых пигментов у меристемных растений брусники, на фоне относительной стабильности в накоплении каротиноидов, привела к заметному расширению их соотношения по сравнению с растениями, выращенными из черенков (табл. 1). Вместе с тем было установлено, что для меристемных растений характерно усиление долевого участия восстановленной формы желтых пигментов – β -каротина. Это следует рассматривать как позитивный момент в их метаболизме, поскольку восстановленная форма каротиноидов (β -каротин) в большей степени, чем окисленная (ксантофиллы), способна к тушению синглетного кислорода, имеющего очень высокую реакционную ак-

Таблица 1. Содержание пластидных пигментов в ассимилирующих органах брусники обыкновенной сорта Коралл при разных способах размножения, в мг% сухого вещества. 10.10.1994 г.

Способ размножения	Содержание сухого вещества, %	Хлорофиллы				Каротиноиды			β -каротин	Σ хлорофиллов
		a	b	a+b	a/b	Σ каротиноидов	β -каротин	Ксантофиллы	Ксантофиллы	Σ каротиноидов
Черенкование	53,05	84,49	50,29	134,78	1,68	29,10	6,60	22,50	0,29	4,63
Меристемный	46,63	145,01	97,45	242,46	1,49	34,98	10,59	24,39	0,43	6,93

Наряду с традиционными методами вегетативного и генеративного размножения растений существует относительно новый метод клонального микроразмножения. В его основе лежит уникальная способность растительной клетки под экспериментальным воздействием дать начало целому растительному организму.

Этот метод незаменим в селекции, так как сокращает сроки получения товарной продукции до 3–4 лет вместо 10–12. Он позволяет получить оздоровленный посадочный материал, добиться ускоренного перехода от ювенильной фазы развития растения к репродуктивной фазе, поддерживать рост растений круглый год, размножать такие виды, которые вегетативно не размножаются или размножаются с трудом, экономить площади теплиц, занятые маточными растениями.

Учитывая требования времени, в Центральном ботаническом саду НАНБ с 1987 г. проводятся исследования по клональному микроразмножению интродуцированных сортов растений семейства Брусничные, обладающих неоценимыми лекарственными и пищевыми достоинствами.

Анализ результатов наблюдений за сезонным развитием этих растений показал, что они по ряду параметров не уступают растениям, полученным традиционным методом (черенкованием), а по некоторым показателям (усиленное образование базальных побегов и морозоустойчивость) даже превосходят их.

Вместе с тем есть все основания предполагать, что указанные преимущества в развитии меристемных растений относительно традиционной культуры обусловлены определенными сдвигами в метаболических процессах, приводящими к известным изменениям их химического состава.

Для проверки данного предположения было проведено сравнение основных показателей химизма ассимилирующих органов меристемных растений семейства Брусничные с одновозрастными растениями, выращенными традиционным методом вегетативного размножения при идентичных агротехнических условиях.

В данном сообщении приводятся результаты исследований для брусники обыкновенной сорта Коралл.

В середине и конце вегетационного периода 1994 г. (20.07 и 10.10) были отобраны образцы листьев этого растения, выращенного на опытном участке ЦБС НАНБ двумя методами – стерильной культуры

и традиционного черенкования.

В отобранных усредненных пробах листьев были определены следующие показатели: содержание сухого вещества; аскорбиновой кислоты (витамина С); титруемых кислот (общей кислотности); фотосинтезирующих пигментов (хлорофиллов а и b, β-каротина и суммы каротиноидов); минеральных элементов – азота, фосфора, калия, кальция, магния, железа, марганца, цинка, меди, бора; углеводов – водорастворимых сахаров (глюкозы, фруктозы, сахарозы), пектиновых веществ (гидропектина и протопектина), крахмала, хлорогеновых и бензойной кислот; полифенолов (антоциановых пигментов, катехинов, флавонолов); дубильных веществ, а также активность окислительно-восстановительных ферментов – пероксидазы и полифенолоксидазы.

Все определения осуществлены с использованием общепринятых методов получения аналитической информации.

Сравнительное изучение характера накопления пластидных пигментов в ассимилирующих органах брусники обыкновенной сорта Коралл, выращенной методом стерильной культуры и традиционным черенкованием, показало, что в конце вегетационного периода суммарная концентрация хлорофиллов в первом случае оказалась в 1,8 раза выше, чем во втором (табл. 1). Отмеченная активизация биосинтеза зеленых пигментов сочеталась с сохранением структуры хлорофиллового комплекса, о чем свидетельствовала относительная устойчивость соотношения его компонентов – "а" и "b".

Вместе с тем различные способы размножения опытного материала не оказали выраженного воздействия на размеры общего накопления желтых пластидных пигментов.

Разумеется, отмеченная нами активизация биосинтеза зеленых пигментов у меристемных растений брусники, на фоне относительной стабильности в накоплении каротиноидов, привела к заметному расширению их соотношения по сравнению с растениями, выращенными из черенков (табл. 1). Вместе с тем было установлено, что для меристемных растений характерно усиление долевого участия восстановленной формы желтых пигментов – β-каротина. Это следует рассматривать как позитивный момент в их метаболизме, поскольку восстановленная форма каротиноидов (β-каротин) в большей степени, чем окисленная (ксантофиллы), способна к тушению синглетного кислорода, имеющего очень высокую реакционную ак-

Таблица 1. Содержание пластидных пигментов в ассимилирующих органах брусники обыкновенной сорта Коралл при разных способах размножения, в мг% сухого вещества. 10.10.1994 г.

Способ размножения	Содержание сухого вещества, %	Хлорофиллы				Каротиноиды			β-каротин	Σ хлорофиллов
		а	b	а+в	а/в	Σ каротиноидов	β-каротин	Ксантофиллы	Ксантофиллы	Σ каротиноидов
Черенкование	53,05	84,49	50,29	134,78	1,68	29,10	6,60	22,50	0,29	4,63
Меристемный	46,63	145,01	97,45	242,46	1,49	34,98	10,59	24,39	0,43	6,93

Таблица 2. Содержание минеральных элементов в ассимилирующих органах брусники обыкновенной сорта Коралл при разных способах размножения, 1994 г.

Способ размножения	Макроэлементы, %						Микроэлементы, мг/кг					
	N	P	K	Ca	Mg	Σ	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Σ
20.07												
Черенкование	0,51	0,11	0,47	0,63	0,13	1,85	107,0	82,5	24,0	6,0	2,5	222,0
Меристемный	0,35	0,15	0,64	0,53	0,13	1,80	127,0	97,5	38,5	21,0	5,0	289,0
10.10												
Черенкование	0,30	0,10	0,44	0,66	0,20	1,70	755,0	213,5	24,0	8,0	3,5	1004,0
Меристемный	0,48	0,18	0,80	0,58	0,12	2,16	705,5	229,0	159,5	12,5	3,5	1110,0

Таблица 3. Содержание углеводов в ассимилирующих органах брусники обыкновенной сорта Коралл при разных способах размножения, в %. 1994 г.

Способ размножения	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Σ сахаров	Глюкоза	Монозы	Гидропектин	Протопектин	Σ пектиновых веществ	Протопектин	Крахмал
					Фруктоза	Сахароза				Гидропектин	
20.07											
Черенкование	2,38	2,50	0,72	5,60	0,95	6,78	0,46	4,50	4,96	9,78	Не опр.
Меристемный	5,16	1,40	0,98	7,54	3,69	6,69	0,32	4,78	5,10	14,94	Не опр.
10.10											
Черенкование	6,65	1,89	1,44	9,98	3,52	5,93	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
Меристемный	8,85	1,25	2,63	12,73	7,08	3,84	0,19	4,94	5,13	26,00	9,18

тивность в окислении разнообразных органических соединений, делающем их непригодными для выполнения предназначенной им роли в растительном организме [1]. Усиление биосинтеза β-каротина в это время у меристемных растений брусники, на наш взгляд, способствовало повышению защиты их пигментного фонда от фотодинамических повреждений, что особенно важно в период подготовки растений к зиме.

Сравнение элементного состава листьев меристемных растений и растений, выращенных из черенков, показало, что суммарное содержание макроэлементов (N, P, K, Ca, Mg) в летний период оказалось достаточно близким, причем в характере поведения отдельных элементов этой группы не было установлено каких-либо общих выраженных закономерностей (табл.2).

К осени же заметно обозначились различия в размерах аккумуляции макроэлементов в листьях растений при разных способах размножения. Так, у меристемных растений значительно активизировалось по сравнению с растениями, выращенными из черенков, накопление N, P и K, но ослабло поступление Ca и Mg. Усиление роли ведущих макроэлементов в элементном составе листьев меристемных растений в конце вегетации однозначно свидетельствует о более активном протекании в них минерального обмена, а следовательно, и связанных с ним звеньев метаболизма, что является одной из предпосылок к повышению их биологической продуктивности.

Сравнительный анализ микроэлементного состава растений при разных способах размножения в летний период года выявил однозначную активизацию накопления всего их спектра (Fe, Mn, Zn, Cu и B) только у листьев меристемной культуры брусники по сравнению

с растениями, выращенными из черенков (табл.2).

К осени, независимо от способа размножения растений, произошло резкое усиление накопления Fe и Mn в листьях брусники (табл.2). Следствием этого явилось заметное увеличение в них суммарного содержания микроэлементов (в 4,5 раза – у традиционной и в 3,8 раза – у меристемной культуры). Вместе с тем сравнение микроэлементного состава листьев растений при разных способах размножения выявило заметную активизацию накопления в листьях меристемной культуры лишь двух элементов – Zn (в 6,6 раза) и Cu (в 1,6 раза). Что касается остальных элементов этой группы, то различия в пределах 10 % в сторону снижения (у Fe) и увеличения (у Mn) при адекватном содержании B не отразились существенно на суммарном количестве микроэлементов в целом, что и привело к идентичности этого показателя у растений при разных способах размножения.

Поскольку брусника является вечнозеленым растением, то резкая активизация накопления осенью в ее листьях Fe и Mn обусловлена, на наш взгляд, высокой реакционной способностью этих элементов, являющихся кофакторами многих ферментов, поддерживающих метаболизм растений в зимнее время года.

Несомненный научный интерес представляет изучение особенностей формирования углеводного комплекса брусники обыкновенной при разных способах размножения.

В летний период года листья меристемных растений брусники характеризовались более высоким, в сравнении с традиционными, общим содержанием сахаров (7,54 против 5,60%, табл.3), что достигалось благодаря более активному биосинтезу глюкозы и сахарозы. С одной стороны, это способствовало суще-

ственным (в 3,9 раза) расширению соотношения моноз, с другой, – благодаря усилению биосинтеза сахарозы – обеспечило стабильность соотношения моноз и дисахарида.

Общее содержание пектиновых веществ в листьях брусники при обоих способах размножения оказалось примерно одинаковым (табл.3), но за счет снижения доли гидропектина при параллельном усилении позиций протопектина у меристемных растений отмечалось выраженное расширение их соотношения.

К концу вегетации произошло существенное пополнение фонда растворимых сахаров в листьях брусники при сохранении всех установленных на предыдущем этапе различий между меристемной и традиционной культурой.

Из-за отсутствия аналитической информации об уровне накопления пектиновых веществ и крахмала в листьях традиционной культуры брусники оказалось невозможным провести сравнение уровней их накопления с меристемной культурой.

Сравнение показателей общего накопления полифенолов в листьях брусники, выращенной методом стерильной культуры и традиционным черенкованием, не выявило выраженных различий в летнее время года (табл.4).

Основную роль в формировании флавоноидного комплекса этого растения играют катехины – наиболее восстановленные соединения, на долю которых приходится примерно 75% общего содержания полифенолов. Второе место занимают окисленные соединения – флавонолы (22–24%), и минимальным уровнем накопления характеризуются антоциановые пигменты (1,5–2%), представленные собственно антоцианами и их лейкоформами.

Таким образом, общее содержание флавоноидов в листьях брусники определяется показателями накопления их доминирующих представителей – катехинов и флавонолов.

Несмотря на отсутствие выраженных различий в уровне флавоноидов в листьях меристемной и традиционной культуры брусники в летний период года, все же можно было уловить некоторую тенденцию к увеличению данного показателя в первом случае, что обусловлено незначительным усилением (в 1,1 раза) биосинтеза флавонолов и антоциановых пигментов (в 1,2 раза).

Общеизвестно, что существенную роль в фенольном метаболизме играют окислительно-восстановительные ферменты – пероксидаза (ПО) и полифенолоксидаза (ПФО).

Влияние способа размножения брусники проявилось в летний период года только на активности пероксидазы, вызвав ее заметное снижение в листьях меристемной культуры. Показатели же активности ПФО при двух способах размножения оказались идентичными (табл.4).

К осени произошло заметное пополнение фонда полифенолов в листьях брусники, однако в отличие от предыдущего срока наблюдений их суммарное содержание у меристемной культуры было ниже в 1,2 раза, нежели у традиционной. Это снижение было обусловлено исключительно ослаблением биосинтеза восстановленных соединений – лейкоантоцианов и катехинов (соответственно в 2,1 и 1,3 раза), тогда как накопление окисленных соединений – собственно антоцианов и флавонолов – напротив, усилилось. В результате это привело к сужению соотношения катехинов и флавонолов в структуре флавоноидного комплекса листьев меристемной культуры по сравнению с традиционной.

Поскольку комплекс дубильных веществ представлен восстановленными соединениями, то ослабление биосинтеза последних в листьях меристемной брусники привело также к снижению в них и показателя накопления дубильных веществ (табл.4).

Отмеченные изменения в составе флавоноидного комплекса листьев брусники за период с июля по октябрь сопровождались резким (в 2,7 раза у традиционной и в 2,9 раза у меристемной культуры) возрастанием активности ПО на фоне ослабления в 2,1 раза (независимо от способа размножения) активности ПФО. Равномерность изменений активности обеих оксидаз обеспечила адекватный с летним периодом года разрыв между показателями активности ПО в листьях традиционной и меристемной культуры брусники в пользу первого и отсутствие различий между ними в активности ПФО (табл.4).

Общее содержание свободных органических кислот в ассимилирующих органах брусники в осенний период года было практически одинаковым при обоих способах размножения и несколько превышало 3% сухого вещества.

Таблица 4. Содержание флавоноидов, дубильных веществ и уровень оксидазной активности в ассимилирующих органах брусники обыкновенной сорта Коралл при разных способах размножения, 1994 г.

Способ размножения	мг % сухого вещества					% сухого вещества			Активность ПО усл.ед./г сырого вещества	Активность ПФО мкл О ₂ /(ч·г)
	Антоцианы	Лейкоантоцианы	Σ антоциановых пигментов	Катехины	Флавонолы	Флавонолы	Σ флавоноидов	Σ дубильных веществ		
20.07										
Черенкование	3,06	117,67	120,73	5830,5	1701,48	3,43	7652,71	5948,17	0,037	0,208
Меристемный	3,06	143,09	146,15	5967,0	1903,64	3,13	8016,79	6110,09	0,016	0,203
10.10										
Черенкование	Следы	224,80	224,80	12636,0	3975,74	3,18	16836,54	12860,80	0,099	0,100
Меристемный	0,61	105,03	105,64	9516,0	4481,13	2,12	14102,77	9621,03	0,046	0,095

Особый интерес среди органических кислот представляет аскорбиновая кислота, поскольку функция ее теснейшим образом связана с центральным звеном метаболизма клетки – дыхательным процессом.

Полученные экспериментальные данные показали, что содержание аскорбината в листьях брусники обыкновенной в осенний период превышало 500 мг% (табл.5). Столь высокий уровень накопления в данных объектах витамина С согласуется с распространенным мнением о принадлежности представителей семейства Брусничные к наиболее высоковитаминным видам растений.

Таблица 5. Содержание органических кислот в ассимилирующих органах брусники обыкновенной сорта Коралл при разных способах размножения, 1994 г.

Способ размножения	Титруемая кислотность, %	Аскорбиновая кислота	Хлорогеновые кислоты	Бензойная кислота
		мг % сухого вещества		
20.07				
Черенкование	Не опр.	Не опр.	268,75	1,57
Меристемный	- " -	- " -	265,63	1,68
10.10				
Черенкование	3,07	538,53	293,75	Не опр.
Меристемный	3,25	595,28	262,50	1,64

Было установлено, что способ размножения растений оказывает определенное влияние на накопление аскорбината в ассимилирующих органах. Так, в листьях меристемных растений брусники его содержание было выше, чем у растений, выращенных из черенков.

Противоположный этому характер имело влияние способа размножения опытных растений на накопление в их ассимилирующих органах хлорогеновых кислот. В конце вегетации их содержание в листьях меристемной брусники, в отличие от аскорбината, было несколько ниже, чем при традиционном способе размножения (табл.5). Что же касается природного антисептика – бензойной кислоты, то на фоне отсутствия какой-либо ее сезонной динамики отмечалась полная идентичность показателей ее накопления в листьях меристемной и традиционной культур (табл.5).

Сравнительное изучение химического состава ассимилирующих органов брусники обыкновенной сорта Коралл, выращенной методом стерильной культуры и путем традиционного черенкования, показало, что способ размножения оказывает выраженное воздействие на химический состав наиболее активно метаболизирующих – ассимилирующих органов.

Поскольку исследования проводились в два срока наблюдений, то не заостряя внимание на индивидуальных особенностях сезонной динамики накопления отдельных его составляющих, отразим характер основных сдвигов в химизме ассимилирующих органов брусники

обыкновенной, обусловленных разными способами размножения, дифференцированно для каждого срока наблюдений.

В летний период года в листьях меристемных растений брусники отмечалась активизация относительно традиционной культуры аккумуляции всего спектра микроэлементов (Fe, Mn, Zn, Cu, B), при адекватном содержании макроэлементов (N, P, K, Ca и Mg), усиление накопления глюкозы, сахарозы и протопектина, сопровождавшееся снижением уровня фруктозы и гидропектина. Происходящие изменения в составе углеводного комплекса приводили к расширению соотношения моноз и соотношения пектиновых веществ, но сохранялась стабильность соотношения моноз и сахарозы. Вместе с тем отмечалась активизация относительно традиционной культуры биосинтеза большинства составляющих фенольного комплекса – лейкоантоцианов, катехинов, флавонолов, дубильных веществ, бензойной кислоты, при сохранении уровня собственно антоцианов, хлорогеновых кислот и активности ПФО, но ослаблении активности ПО.

В осенний период года меристемная брусника обладала более высоким, чем традиционная, накоплением в листьях зеленых пластидных пигментов, при адекватном соотношении хлорофиллов "а" и "b", но сходным с ней уровнем желтых пигментов при усилении роли их восстановленной формы – β-каротина. Наряду с этим заметно активизировалось усвоение N, P, K, Zn и Cu при ослаблении аккумуляции Ca, Mg и отсутствии различий в поступлении Fe, Mn и B.

При формировании углеводного комплекса меристемных растений отмечалась более выраженная, чем у традиционной культуры, активизация биосинтеза глюкозы и сахарозы на фоне его ослабления у фруктозы, что сопровождалось, с одной стороны, расширением соотношения моноз, а с другой, – сужением отношения моносахаров к дисахариду.

Среди продуктов вторичного синтеза более активным накоплением в листьях меристемных растений брусники по сравнению с традиционной культурой отличались лишь собственно антоцианы, флавонолы и в незначительной степени – свободные органические кислоты и витамин С, тогда как для лейкоантоцианов, катехинов, дубильных веществ и хлорогеновых кислот было установлено отставание темпов накопления. Адекватными с традиционной культурой оставались лишь параметры накопления бензойной кислоты и активности ПФО, тогда как для ПО было отмечено снижение активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений: в 2 т.: /Пер. с англ. А.О.Ганаго и др.; Под ред. В.Л.Кретовича. – М.: Мир – Т.1. – 1986. – 392 с., Т.2. – 1986. – 312 с.