

УДК 612.014.43; 615.832.9

ББК 28.707.3

Д-11

Агаджанян Николай Александрович, доктор медицинских наук, Почетный профессор Университета дружбы народов, академик РАМН;

Быков Анатолий Тимофеевич, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАМН, заслуженный врач РФ, заведующий кафедрой восстановительной медицины, физиотерапии, мануальной терапии, ЛФК и спортивной медицины ФПК и ППС ГБОУ ВПО Кубанский государственный медицинский университет Минздравоохранения России, e-mail: corpus@ksma.ru;

Медалиева Римма Хачимовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной терапии медицинского факультета ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», e-mail: rimmed@mail.ru, тел.: 886634015 99, 89054359873;

Денисенко Владимир Анатольевич, старший преподаватель кафедры информатики и математического обеспечения автоматизированных систем математического факультета ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», e-mail: sage@mail.ru.

**ДИНАМИКА УРОВНЕЙ ЗДОРОВЬЯ И СОСТОЯНИЯ
БИОХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА НА ФОНЕ
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВОЗДУШНЫХ КРИОГЕННЫХ ТРЕНИРОВОК**
(рецензирована)

Изучено влияние общих воздушных криогенных тренировок (ОВКТ) в режиме 2-х процедур через день при $t = -110 \pm 5^\circ\text{C}$ на динамику уровней здоровья и состояния метаболизма исследуемых к концу курса воздействий и в течение 6 недель после его завершения. Исследована стратифицированная по полу и возрасту выборка с применением непараметрических методов статистического анализа. ОВКТ способствуют оптимизации метаболизма относительно здоровых лиц, что является основой формирования более высоких уровней здоровья. В развитии приспособительных реакций организма исследуемых в ответ на курс холодных воздействий самостоятельное физиологическое значение имеет фактор времени.

Ключевые слова: общие воздушные криогенные тренировки, уровни здоровья, метаболизм.

Aghadzhanyan Nikolai Alexandrovich, Doctor of Medicine, honored professor of the University of Peoples' Friendship, Academy of RAMS;

Bykov Anatoly Timofeevich, Doctor of Medicine, professor, corresponding member of the RAMS, honored doctor of the Russian Federation, head of the Department of Regenerative Medicine, Physiotherapy, Manual Therapy, Exercise Therapy and Sports Medicine of CPP and PPP of SEI HPE "Kuban State Medical University", the Health Ministry of Russia, e-mail: corpus@ksma.ru;

Medalieva Rimma Khachimovna, Candidate of Medicine, assistant professor of the Department of Hospital Therapy of the Faculty of Medicine of FSBEI HPE "Kabardin-Balkaria State University named after H.M. Berbekov", e-mail: rimmed@mail.ru, tel.: 99 886634015, 89054359873;

Denysenko Vladimir Anatolievich, senior lecturer of the Department of Computer Science and Mathematical Supply of Automated Systems of the Faculty of Mathematics of FSBEI HPE "Kabardin-Balkaria State University named after H.M. Berbekov", e-mail: sage@mail.ru.

**DYNAMICS OF THE HEALTH LEVELS AND CONDITION OF BIOCHEMICAL REACTIONS
OF THE BODY ON THE BACKGROUND
OF EXTREME AIR CRYOGENIC EXERCISE**
(Reviewed)

The effect of general air cryogenic training (GACT) in mode of 2 treatments in a day at $t = -110 \pm 5^\circ\text{C}$ on the dynamics of health levels and the state of metabolism studied by the end of the course and within 6 weeks after its completion has been studied. Selection using non-parametric statistical analysis stratified by age and sex has been investigated. GACT helps to optimize the metabolism of relatively healthy individuals, that is the basis for the formation of higher levels of health. In the development of adaptive reactions of the organism under study in response to a course of cold effects the time factor has physiological importance.

Keywords: general air cryogenic training, levels of health, metabolism.

Основными направлениями практического применения новейшей технологии ОВКТ являются профилактика и лечение широкого круга заболеваний, медико-психологическая

реабилитация, спортивная медицина [1-4]. Показания к данной методике сформированы преимущественно на основании клинических исследований, продемонстрировавших широкий круг позитивных эффектов, возникающих в результате ритмических криогенных воздействий, однако физиологические механизмы данной технологии изучены недостаточно [5, 6].

Представлены результаты проспективного динамического рандомизированного исследования состояния физиологических сдвигов организма 30 человек выборки организованного населения, стратифицированной по полу и возрасту, до и после курса экстремальных ОБКТ. Минимальный объем выборки определен по номограмме. В программу исследования включены здоровые лица и имеющие начальные стадии заболеваний в состоянии ремиссии. Криогенные воздействия проводились на добровольной основе с соблюдением этических принципов. В течение всего периода наблюдений пациенты не получали никаких других методов медикаментозного лечения или немедикаментозных воздействий. Методика ОБКТ состояла в предварительной адаптации исследуемых в предкамере в течение 30 секунд при $t = -30 \pm 5^\circ\text{C}$ и последующем охлаждении в основной камере в течение 2-2,5 минут при $t = -110 \pm 5^\circ\text{C}$ (всего 10 сеансов).

Клинический анализ периферической крови проводили на гематологическом анализаторе «Exell-Micros-22». Принадлежность исследуемых к группам здоровья определяли по типам неспецифических адаптивных реакций организма (НАРО) [7]. Активность ферментов сыворотки крови исследовалась на биохимическом анализаторе «Stat Fax 1904 Plus» фирмы «Awarenes Technology» (США) и селективном биохимическом автоанализаторе «KONELAB-20» (Финляндия). Содержание общего белка сыворотки крови определяли на денситометре «DS2» фирмы «Cormau» электрофоретическим методом, липиды крови – ферментативным и флотационным способом на аппарате «Cormau Plus» (Германия) и автоанализаторе «KONELAB-20». Определение глюкозы крови осуществлялось на аппарате «Biosen 5030» фирмы «EKF» (Германия) глюкозооксидазным ферментативным методом.

Оценка значимости различий долей здоровья проводилась с использованием 95%-ного доверительного интервала в соответствии с 95%-ной доверительной вероятностью, соответствующей 0,05; при этом различия считались статистически значимыми при значениях $p > 0,05$. Статистический анализ включал также расчеты медианы (Me) и значений исследуемых параметров, соответствующих первой ($Q_{25\%}$) и последней ($Q_{75\%}$) квартилям распределения до начала и после завершения курса ОБКТ, и их сравнение с применением критерия Манна Уитни Уилкоксона (U); при этом различия считались значимыми при $p < 0,05$.

В результате курса ОБКТ изменилось соотношение типов адаптивных реакций исследуемых, лежащих в основе формирования уровней здоровья: возросли доли «здоровых» (16,6 и 20,0%; $p < 0,05$) и лиц в «промежуточном состоянии» (66,6 и 70,0%; $p > 0,05$), а число «больных» снизилось (16,7 и 10,0%; $p < 0,05$), что позиций восстановительной медицины считается хорошим результатом при условии воздействия на организм человека природным или преформированным монофактором (рис. 1).

В то же время результаты длительного мониторинга динамики уровней здоровья исследуемых показали, что наиболее выраженные ответные реакции организма на криогенные нагрузки формируются не к моменту окончания холодových процедур, а значительно позже, достигая максимума через четыре недели после последнего криосеанса, когда число «здоровых» возрастает по сравнению с исходным фоном до 33,3% ($p < 0,05$), число лиц в «промежуточном состоянии» снижается до 53,3% ($p < 0,05$), а «больных» – до 13,3% ($p > 0,05$). Через 6 недель наблюдений по мере возвращения организма к состоянию относительного покоя вновь происходит модуляция типов адаптивных реакций, которая приводит к снижению достигнутого результата, однако, сохраняются статистически значимые более высокие по сравнению с исходным фоном уровни долей «здоровых» и лиц в «промежуточном состоянии» при отсутствии динамики исследуемого параметра относительно «больных».

Исходный уровень ферментов крови и значения коэффициента де Ритиса среди исследуемых в целом соответствовали референтным значениям (табл. 1).

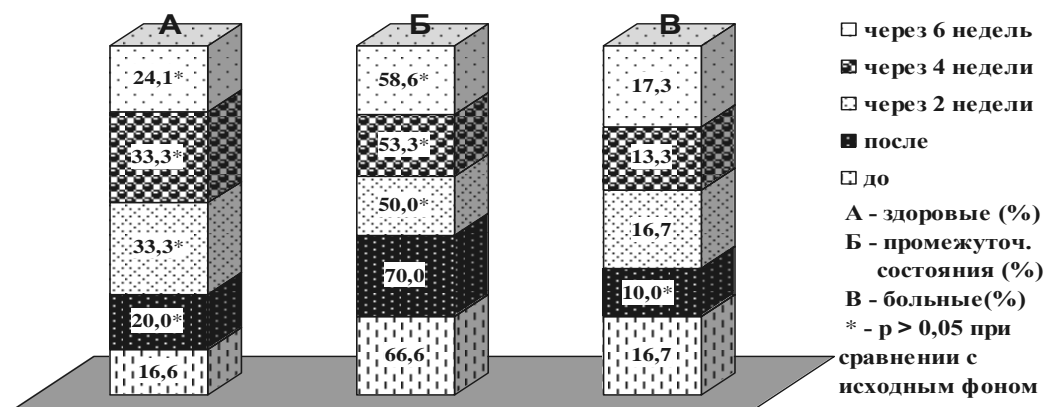


Рис. 1. Состояние уровней здоровья исследуемых до и после курса экстремальных криогенных воздействий (n=30)

Таблица 1 - Изменения ферментного состава крови в результате курса экстремальных криогенных воздействий

Исследуемые параметры	n	Q _{25%}	Me	Q _{75%}	U	p	
АСТ (МЕ/л)	1	30	19,9	24,3	28,0	—	—
	2	30	21,0	22,5	27,8	0,46	>0,05
	3	30	20,2	23,9	27,2	0,49	>0,05
	4	30	21,1	24,5	26,1	0,42	>0,05
	5	30	20,5	23,7	27,2	0,38**	<0,01
АЛТ (МЕ/л)	1	30	14,6	20,6	27,4	—	—
	2	29	16,5	18,9	30,4	0,35	>0,05
	3	29	14,9	21,2	29,2	0,33	>0,05
	4	29	15,8	22,4	28,8	0,27*	<0,05
	5	29	14,2	20,1	25,4	0,41	<0,01
АСТ/АЛТ (коэффициент де Ритиса)	1	30	0,85	1,14	1,44	—	—
	2	29	0,88	1,14	1,40	0,43	>0,05
	3	29	0,85	0,97	1,38	0,36	>0,05
	4	29	0,87	1,09	1,28	0,30	<0,05
	5	29	0,98	1,24	1,44	0,32	<0,01
ГГТ (МЕ/л)	1	30	16,9	19,5	30,0	—	—
	2	29	15,4	20,0	27,4	0,38	>0,05
	3	29	16,1	19,0	27,4	0,38	>0,05
	4	29	17,7	20,0	25,1	0,48	>0,05
	5	29	15,2	19,4	24,9	0,34	<0,01

Примечания: а) 1 – до курса криосеансов, 2 – после; 3 – через 2 недели, 4 – через 4 недели, 5 – через 6 недель после курса криосеансов; б) Me – медиана; Q_{25%}, Q_{75%} – значения в первой и последней квартилях распределения; U – критерий Манна Уитни Вилкоксона.

Динамика ферментного состава крови в результате курса ОВКТ показывает снижение не выходящих за рамки «нормы» исходных уровней аспаратаминотрансферазы (АСТ), достигающее максимума к 6-ой неделе после завершения курса ОВКТ (Me = 24,3 и 23,7 МЕ/л; U = 0,38; p<0,05). Значения аланинаминотрансферазы (АЛТ) к 4-ой неделе наблюдения возросли (Me = 20,6 и 22,4 МЕ/л; U = 0,27; p<0,05), но к 6-ой неделе отмечено их снижение по отношению не только к предыдущему уровню, но также в сравнении с исходным фоном независимо от функционального состояния исследуемых (Me = 20,6 и 20,1, Q_{25%} = 14,6 и 14,2, Q_{75%} = 27,4 и 25,4 МЕ/л; U = 0,41; p<0,01). При этом значения коэффициента де Ритиса снизились к 4-ой неделе наблюдений (Me = 1,14 и 1,09; U = 0,30; p<0,05), а к 6-ой неделе вновь возросли по сравнению с фоном (Me = 1,14 и 1,24; U = 0,32; p<0,01). Анализ динамики параметров гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) – регулятора аминокислотного насоса в клетки показал снижение ее уровней лишь к концу наблюдений преимущественно в первой и последней квартилях распределения (Me = 19,5 и 19,4 Q_{25%} = 16,9 и 15,2, Q_{75%} = 30,0 и 24,9 МЕ/л; U = 0,34; p<0,01). Т. о., к окончанию курса ОВКТ не произошло значимых изменений ферментного состава крови, однако возрастание Me уровня общего белка сыворотки – одного из основных показателей физиологического благополучия организма – с

71 до 73 г/л ($U = 0,28$; $p < 0,01$) сохраняется еще в течение 2-х недель после ОВКТ (табл. 2). Результаты длительного мониторинга приспособительных реакций организма показали снижение через 6 недель в рамках «нормы» общего белка сыворотки и глюкозы крови преимущественно в первой и последней квартилях распределения, а также фибриногена плазмы крови и уровней СРБ с его нормализацией у лиц с исходно повышенными значениями параметра.

Таблица 2 - Динамика биохимических параметров крови в результате курса экстремальных криогенных воздействий (n=30)

Исследуемые параметры		Q _{25%}	Me	Q _{75%}	U	p
Общий белок (г/л)	1	69	71	75	–	–
	2	69	73	75	0,28	p<0,01
	3	68	71	73	0,16	p>0,05
	4	68	72	74	0,30	p>0,05
	5	68	71	74	0,25	p<0,01
СРБ (мг/л)	1	2,5	3,7	5,8	–	–
	2	2,4	3,3	5,2	0,29	p>0,05
	3	2,1	3,5	4,8	0,26	p>0,05
	4	2,5	3,4	5,4	0,31	p<0,05
	5	2,0	2,3	3,1	0,01	p<0,01
Фибриноген (г/л)	1	2,0	2,4	2,7	–	–
	2	1,9	2,2	2,5	0,15	p>0,05
	3	2,0	2,2	3,1	0,46	p>0,05
	4	1,8	2,3	2,7	0,20	p>0,05
	5	1,9	2,1	2,7	0,21	p<0,05
Глюкоза (ммоль/л)	1	5,3	5,5	6,1	–	–
	2	5,1	5,4	5,6	0,13	p>0,05
	3	5,0	5,4	5,6	0,09	p>0,05
	4	5,1	5,4	5,7	0,17	p>0,05
	5	5,2	5,5	6,0	0,40	p<0,01

Примечания: а) 1 – до курса криосеансов, 2 – после; 3 – через 2 недели, 4 – через 4 недели, 5 – через 6 недель после курса криосеансов; б) Me – медиана; Q_{25%}, Q_{75%} – значения в первой и последней квартилях распределения; U – критерий Манна Уитни Вилкоксона.

Следствием курса криогенных тренировок явились позитивные изменения липидного обмена, которые завершились через 1,5 месяца после окончания курса ОВКТ (табл. 3).

В частности, снизились значения общего ХС (Me = 5,25 и 4,61 ммоль/л; $U = 0,16$; $p < 0,01$), ХС ЛПНП (Me = 3,50 и 3,23 ммоль/л; $U = 0,19$; $p < 0,01$), ХС ЛПОНП преимущественно в первой и последней квартилях (Q_{25%} = 0,32 и 0,28, Q_{75%} = 0,52 и 0,51 ммоль/л; $U = 0,33$; $p < 0,01$). В рамках нормы возросли уровни ТГ, не превышая верхней границы «нормы». Значения Me ХС ЛПВП в выборке увеличились с 1,11 до 1,15 ммоль/л ($U = 0,41$; $p < 0,01$), а индекса атерогенности снизились с 3,2 до 2,7 ($U = 0,35$; $p < 0,01$).

Таблица 3 - Изменения липидного спектра крови в результате курса экстремальных криогенных воздействий

Исследуемые параметры		Q _{25%}	Me	Q _{75%}	U	p
ЛПОНП (ммоль/л)	1	0,32	0,37	0,52	–	–
	2	0,32	0,39	0,56	0,43	p>0,05
	3	0,28	0,38	0,51	0,33	p<0,01
ЛПНП (ммоль/л)	1	2,57	3,50	3,98	–	–
	2	2,43	3,12	3,64	0,29	p>0,05
	3	2,14	3,23	3,82	0,19	p<0,01
ЛПВП (ммоль/л)	1	0,94	1,11	1,38	–	–
	2	0,93	1,08	1,35	0,45	p>0,05
	3	0,92	1,15	1,45	0,41	p<0,01
ТГ (ммоль/л)	1	0,71	0,82	1,15	–	–
	2	0,69	0,86	1,23	0,42	p>0,05
	3	0,62	0,84	1,14	0,33	p<0,01

Общий ХС (ммоль/л)	1	3,89	5,25	5,91	–	–
	2	3,90	4,70	5,55	0,17	p>0,05
	3	3,66	4,61	5,82	0,16	p<0,01
ИА	1	2,3	3,2	4,1	–	–
	2	1,9	3,1	3,7	0,26	p>0,05
	3	1,9	2,7	4,1	0,35	p<0,01

Примечания: а) 1 – до курса криосеансов, 2 – после; 3 – через 6 недель после курса криосеансов; б) Me – медиана; Q_{25%}, Q_{75%} – значения в первой и последней квартилях распределения; U – критерий Манна Уитни Вилкоксона.

Т.о., некоторое снижение уровня АСТ по сравнению с исходным фоном, не достигающее статистической значимости, при неизменных значениях АЛТ и коэффициента де Ритиса указывает на сбалансированность метаболизма исследуемых и отсутствие существенных его сдвигов к концу курса ОВКТ, а тенденция к снижению уровня глюкозы при сохранной работе глюкозо-аланинового шунта и нормализация уровня белка плазмы при достаточной активности ГГТ указывает на вполне удовлетворительную перестройку приспособительных биохимических реакций после 10-ой криопроцедуры. Умеренная позитивная модуляция биохимических реакций сопровождается умеренным повышением уровней здоровья, определяемым по неспецифическим адаптационным реакциям организма. Однако к концу курса ОВКТ не происходит адаптации к холодным тренировкам. Более того, максимально выраженные биохимические сдвиги организма исследуемых наблюдаются не к моменту завершения курса ОВКТ, а значительно позже, преимущественно к концу 4-ой недели. Повышение активности фермента АЛТ на фоне отсутствия динамики активности АСТ и статистически значимое снижение значений коэффициента де Ритиса в рамках допустимой «нормы» демонстрируют изменение типа и путей метаболизма с акцентуацией на активацию анаболизма и с тенденцией к переходу на периферические пути метаболических процессов. Повышение активности АЛТ через 4 недели после курса ОВКТ вероятно усиливает работу глюкозо-аланинового шунта и в итоге уровни глюкозы крови несколько снижаются, а при дополнительном условии сохранной активности ГГТ – трансмембранного фермента, участвующего в протеолизе белков, по-видимому, создаются условия для поддержания пула общего белка плазмы на неизменном уровне. К этому моменту формируются максимально высокие уровни здоровья, определяемые по неспецифическим адаптационным реакциям организма.

Через 6 недель наблюдений констатируется значимое снижение в рамках допустимых «нормальных» колебаний уровней всех ферментов, демонстрирующее процесс стабилизации активизированных холодным воздействием обменно-метаболических процессов. К этому времени происходит снижение и уровней здоровья исследуемых по сравнению с его параметрами в конце 4-ой недели наблюдений, что указывает на ассоциированность уровней здоровья, определяемых по НАРО, с интенсивностью катаболизма, а также на выход организма исследуемых из состояния энтропии через 6 недель после ОВКТ, когда начинают доминировать синтоксические процессы. Очень важно, что при этом сохраняется статистически значимое, более оптимальное соотношение типов НАРО исследуемых по сравнению с исходным фоном, лежащих в основе более высоких уровней здоровья.

Особенно примечательны итоги перестройки углеводного обмена организма исследуемых вследствие ОВКТ после 6-ой недели наблюдений с восстановлением нормогликемии и оптимизация липидного обмена: нормализация повышенных значений общего ХС, снижение уровней ХС атерогенных липопротеидов (ЛПОНП и ЛПНП) и роста уровней антиатерогенного ХС ЛПВП, что способствовало нормализации превышающих норму значений индекса атерогенности. Важным результатом криогенных тренировок явилось снижение уровней фибриногена плазмы крови и СРБ сыворотки – неспецифического маркера воспаления. Умеренное снижение пула общего белка сыворотки крови произошло в пределах допустимых референтных значений и не должно негативно отразиться на общем функциональном состоянии организма.

ВЫВОДЫ:

1. Общие воздушные криогенные тренировки в выбранном режиме с использованием сверхнизких температур способствуют оптимизации метаболизма относительно здоровых лиц, что является основой формирования более высоких уровней здоровья.

2. В развитии приспособительных реакций организма исследуемых в ответ на повторные кратковременные воздействия экстремального холода самостоятельное физиологическое значение имеет фактор времени.

Полученные данные указывают на перспективность применения ОВКТ в качестве альтернативного метода лечения и профилактики широкого круга заболеваний, ассоциированных с нарушениями обмена веществ. В связи с некоторой чрезмерной выраженностью физиологических

сдвигов организма исследуемых после ОВКТ и, учитывая принцип полифакториальности использования природных и преформированных факторов в восстановительной медицине, перспективными представляются дальнейшие исследования механизма экстремальных криовоздействий на организм человека с сокращением времени криоэкспозиций, а также при условии сочетания с другими физическими факторами.

Литература:

1. Портнов В.В. Криотерапия. / В.В. Портнов // Техника и методики физиотерапевтических процедур (справочник). Под ред. В.М. Боголюбова. 3-е, перераб. изд. – Москва. – 2004. – С. 354-360.
2. Глушков В.П. Технология использования общей воздушной криотерапии для лечения пациентов с ревматоидным артритом: Автореф. дис. канд. мед. наук. – М., 2009. – 24 с.
3. Лядов М.В. Общая воздушная криотерапия в комплексном восстановительном лечении пациентов с артериальной гипертензией в сочетании с метаболическими нарушениями: Автореф. дис. канд. мед. наук. – М., 2011. – 25 с.
4. Joch W., Fricke R, Uckert S. Der Einfluss von Kalte auf die sportliche Leistung. Leistungssport 2002, №2. - С. 11-15.
5. Fricke R. Ganzkörperkältetherapie in einer Kältekammer mit Temperaturen um – 110°C / R. Fricke // Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim. – 1989. – V. 18, №1.
6. Агаджанян Н.А., Быков А.Т., Медалиева Р.Х. Физиологические и терапевтические аспекты экстремальных общих воздушных криогенных воздействий. Экология человека. 2012, №2. – С. 15-21.
7. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б. Понятие здоровья с позиции теории неспецифических адаптационных реакций организма. Валеология. 1996, №2. – С. 15-20.

References:

1. Portnov V.V. Cryotherapy // Machinery and physiotherapy techniques (reference) / Ed. V.M. Bogolybov. 3-d ed., revised. M., 2004. P. 354 - 360.
2. Glushkov V.P. Technology of using general air cryotherapy for the treatment of patients with rheumatoid arthritis: abstr. dis. Cand. of Med. M., 2009. 24 p.
3. Lyadov M.V. Total air cryotherapy in the comprehensive rehabilitative treatment of patients with arterial hypertension and metabolic disorders: abstr. dis. Cand. of Med. M., 2011. 25 p.
4. Joch W., Fricke R., Uckert S. Der Einfluss von Kalte auf die sportliche Leistung. Leistungssport 2002, 2:11-15.
5. Fricke R. Ganzkörperkältetherapie in einer Kältekammer mit Temperaturen um - 110 ° C / R. Fricke // Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim. 1989. V. 18. № 1.
6. Aghadzhanian N.A., Bykov A.T., T., Medalieva R.H. Physiological and therapeutic aspects of extreme general air cryogenic effects. Human Ecology. 2012, 2: 15-21.
7. Garkavi L.H., Kvakina E.B. Concept of health from the perspective of the theory of adaptive reactions. Valeology. 1996, 2: 15-20.