

Erfahrungsheilkunde

Acta medica empirica

Zeitschrift für die ärztliche Praxis

Hauptschriftleitung:

Dr. med. György Irmey, Heidelberg

Schriftleitung:

Dr. med. W. Gedeon

Dr. med. M. Golenhofen

Wissenschaftlicher Beirat:

A.-M. Beer, Bad Kissingen /

J. Bischko, Wien / H.-J. Bredt, Gießen /

F. E. Brock, Bad Wörishofen /

U. Derbolowsky, Homburg / J. P. Dosch,

Schwendt (Tirol) / K.-H. Gebhardt,

Karlsruhe / Ingrid Gerhard, Heidelberg /

R. Gruner, Saulgau / Ch. Herrmann,

Heidelberg / H. Huneke, Düsseldorf /

K. F. Klippel, Celle / W. A. Laabs,

Wilhelmshaven / P. Matthiessen,

Herdecke / G. Neumeyer, Hamburg /

E. Rauch, Maria Wörth / D. Reinstorff,

Hamburg / S. Rilling, Stuttgart /

R. Saller, Zürich / A. Stacher, Wien /

H. Stadlaender, Wolfsburg

Karl F. Haug Verlag,

Postfach 102840, 69018 Heidelberg

Band 46 · Heft 10/1997

— Sonderdruck —

Wiss. Forschungsinstitut für Strahlungsmedizin, Minsk, Weißrußland

Klinik des wissenschaftlichen Forschungsinstituts für Strahlungsmedizin, Minsk, Weißrußland

Immunkorrigierender Einfluß von *Spirulina platensis* als täglicher Nahrungszusatz und bei Umweltbelastungen

Untersuchungsergebnisse bei Kindern, die permanent niedrigen radioaktiven Strahlungsdosen ausgesetzt sind („Tschernobyl-Kinder“)

von L. P. Loseva und L. W. Tkatschenko

Wiss. Forschungsinstitut für Strahlungsmedizin, Minsk, Weißrußland
 Klinik des wissenschaftlichen Forschungsinstituts für Strahlungsmedizin, Minsk, Weißrußland

Immunkorrigierender Einfluß von *Spirulina platensis* als täglicher Nahrungszusatz und bei Umweltbelastungen

Untersuchungsergebnisse bei Kindern, die permanent niedrigen radioaktiven Strahlungsdosen ausgesetzt sind („Tschernobyl-Kinder“)

von L. P. Loseva und L. W. Tkatschenko

Zusammenfassung

Als Folge der allgemeinen globalen Umweltbelastung, veränderter Anbaumethoden und Ereignissen wie der Katastrophe von Tschernobyl, nimmt der Nährstoffgehalt der Lebensmittel ab und die Kontamination durch Toxine, auch durch langlebige Radionuklide wie Caesium-137, Strontium-90, Plutonium und Kalium-40 zu. Die sich daraus ergebenden Strahlungsdosen, aber auch sonstige Umweltfaktoren erhöhen sich.

Diese ständig steigende Strahlungsbelastung ergibt zusammen mit den anderen Umweltfaktoren eine bis an die Grenze des Tolerierbaren gehende Belastung für das Immunsystem.

Wir brauchen daher dringend Substanzen aus natürlichen, unbelasteten Quellen als Nahrungsergänzung, die im Rahmen einer ausgewogenen Ernährung die Ausscheidung fördern und das Immunsystem unterstützen.

Die Studie betrachtet deshalb eine der interessantesten Natursubstanzen, die Mikroalge *Spirulina platensis* und eine spezielle Variante mit erhöhtem Selengehalt. Die Studie wurde mit Kindern im Alter von 10 - 16 Jahren aus den durch radioaktive Strahlung belasteten Gebieten in Weißrußland durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen neben einer verbesserten Ausscheidung radioaktiver Substanzen vor allen Dingen auch einen vielversprechenden Einfluß auf Blut- und Immunparameter. Hervorzuheben sind auch die interessanten Ergebnisse

in bezug auf den Gastrointestinalbereich, die gute Verträglichkeit dieser Natursubstanzen und deren Akzeptanz bei den Testpersonen.

Insgesamt stellen die ermutigenden Ergebnisse eine wichtige Anregung dar, sich mit den Mikroalgen, vor allem mit *Spirulina platensis* und hefefreien Spezialitäten daraus, wie mit Selen etc. in breiterem Umfang, im Rahmen einer ganzheitlichen Therapie, welche auch die Ernährung einbezieht, zu befassen.

Schlüsselwörter

Mikroalgen, *Spirulina platensis*, selenhaltiges *Spirulina*, Radionuklide, Selen – organisch gebunden und hefefrei, Immunparameter, gastrointestinale Parameter, Ausscheidung von Toxinen.

Summary

As a result of the general global environmental pollution, changed cultivation methods and events as the Tschernobyl disaster, the nutritional content of the food declines and the contamination caused by toxins, as well as by long-living radionuclides as Caesium-137, Strontium-90, Plutonium and Potassium-40 increases. As a result the radiation doses as well as other ecological factors increase.

This continually increasing radiation doses and the other ecological factors represent a growing stress for the immune system up to the point of tolerance.

For this reason, we urgently need substances from natural, uncontaminated sources as food supplement, which help the body to excrete these substances under the aspect of a well-balanced nutrition and which support the immune system.

Therefore, the study examines one of the most interesting natural substances, the microalgae *Spirulina platensis* and a special variation with an increased Selenium content. The study was performed with children at the age of 10 - 16 from radioactive contaminated areas in Belarus.

Despite an improved excretion of radioactive substances the results show an especially positive promising influence on blood and immune parameters. Special attention must be drawn to the interesting results regarding the gastrointestinal area, the excellent digestibility of this natural substance and its acceptance of the test persons.

Altogether, these positive results are encouraging to study the whole spectrum of the microalgae, especially *Spirulina platensis* and their yeast-free specialities, e. g. with Selenium within the scope of a comprehensive therapy and nutrition.

Keywords

Microalgae *spirulina platensis*, selenium *spirulina*, radionuclides, selenium – organically bound and yeast-free, immune parameters, gastrointestinal parameters, excretion of toxins.

Laut Angaben der Weltgesundheitsorganisation sind 80 % aller Krankheiten auf ungesunde Lebensweise und ungünstige Umwelteinflüsse zurückzuführen. Die Ansammlung

und dauerhaft schädigende Wirkung von umweltbedingten Toxinen und Radionukliden im Organismus verursachen Schäden, die besonders schwer zu diagnostizieren sind.

Der Einfluß derartiger Verbindungen auf die Gesundheit von Menschen aus kontaminierten Gebieten ist im Hinblick auf die Reaktor-katastrophe von Tschernobyl beson-

ders offensichtlich geworden [1-9]. Als Folge derartiger Vorkommnisse, der allgemeinen globalen Umweltbelastung und anderer Einflüsse, wie der Anbaumethoden etc., nimmt der Nährstoffgehalt der Lebensmittel ab und die Kontamination mit Toxinen, auch durch langlebige Radionuklide wie Caesium-137, Strontium-90, Plutonium und Kalium-40 von Jahr zu Jahr zu, so daß sich als Folge daraus auch die endogenen Strahlungsdosen und sonstigen Umweltfaktoren erhöhen.

Da eine gewisse Umweltbelastung sowie der Konsum entsprechender Lebensmittel mehr oder weniger unvermeidbar sind, wird versucht, mit Hilfe verschiedenartiger chemischer Verbindungen, die Aufnahme und Akkumulation von Radionukliden und anderer Schadstoffe im menschlichen Organismus zu reduzieren bzw. diese zu absorbieren.

Derartige Adsorbentien, die auf rein chemischer Basis gründen, blockieren leider nicht nur die Aufnahme von Radionukliden und Toxinen, sondern auch die von Proteinen, Kohlenhydraten und lebenswichtigen Mikroelementen, wie Vitaminen, Mineralstoffen etc. Außerdem können diese Verbindungen die Schleimhäute reizen und andere negative Nebenwirkungen hervorrufen [10-12].

Unsere Aufgabe ist es deshalb, nach natürlichen, schonenden und bekömmlichen Substanzen zu suchen, die Teil der täglichen Ernährung sein sollten, dies sowohl für die Rehabilitation von Personen, die dauerhaft einer Strahlung durch inkorporierte Radionuklide ausgesetzt sind, aber auch für den "normalen Menschen", der im modernen Umfeld einer Industriegesellschaft den unterschiedlichsten Umwelteinflüssen unterliegt.

Beobachtungen aus den stark radioaktiv belasteten Gebieten aus dem Gebiet um Tschernobyl zeigen, daß bei 95 % der Kinder im Alter von 10-16 Jahren gesundheitliche Schäden aufgetreten sind. Diese manifestie-

ren sich in Form unterschiedlicher, manchmal ungewohnter Krankheiten. So werden, z.B. bei Erkrankungen des Verdauungstraktes, die klinischen Symptome nivelliert, Polymorbidität, Allergien und unterschiedliche Störungen des Nervensystems nehmen zu [13].

Die Erkrankungen betreffen vor allem den endokrinen Status und das Immunsystem. So verschlimmert sich der Verlauf von gastrointestinalen Erkrankungen wie Gastritis, Duodenitis, Ösophagitis, Ulcus gastrica, Pankreatitis, etc., außerdem ist eine Zunahme der Herd- und Totalalopecien zu verzeichnen, beides Anzeichen einer ökologischen Belastung [14].

Die im vorliegenden Fall besonders interessierenden radioaktiven Stoffe gelangen auf verschiedenen Wegen in den menschlichen Körper:

- über den Magen-Darm-Trakt,
- über die Atemwege,
- durch die Oberhaut.

Durch die radioaktiv belastete Nahrung wird der Magen-Darm-Trakt während der Verdauung einer ständigen niedrigen Strahlenbelastung ausgesetzt, die diverse schädliche Folgen auslöst, die von leichten funktionellen Störungen bis zu späteren bösartigen Veränderungen reichen [15].

Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft führt die Intensivierung der Oxidationsprozesse freier Radikale zu Immunitätsstörungen. Die Regulationssysteme des Organismus werden geschwächt, die Adaptions- und Kompensationsfähigkeiten lassen nach. Das führt zur Autosensibilisierung, zur Entwicklung von Infektionen, onkologischen Erkrankungen, zunehmenden chronischen Erkrankungen usw. Es wurde ein 5facher Zuwachs von Immundefektsyndromen registriert und eine Steigerung der Eisen-defizitanämien, die durch eine nicht ausreichende und falsche Ernährung verursacht werden.

Wie sich in früheren Beobachtungen [16-23] zeigte, kann die Anwendung von bestimmten Mikroalgen als Nahrungszusatz zur Normalisierung des weißen und des roten Blutbildes und zur Senkung des Gehalts an inkorporiertem Strontium-90 und Caesium-137 dienen. Solche, an sich bekannten und bereits häufig verwendeten Nahrungsaufwertungen, scheinen radioprotektive Eigenschaften zu besitzen, weiterhin sind sie reich an Protein, Mineralien und Vitaminen.

Einen besonderen Platz nimmt bereits in diesen ersten Betrachtungen die Mikroalge *Spirulina platensis* ein. Verschiedene Autoren [18-19] sind der Meinung, daß es sich bei dieser Mikroalge um ein Nahrungsmittel mit der Eigenschaft eines natürlichen Adsorbens handelt, das die Belastung durch Strontium und Caesium 1,5-2,5fach reduzieren kann und auch bei Dauerverzehr keine gesundheitsschädlichen Nebenwirkungen aufweist. Die Autoren stellten eine gute Verträglichkeit der Mikroalge fest und fanden einen Rückgang der allergischen Sensibilisierung sowie einen Anstieg an T-Suppressor-Zellen und eine Senkung der Reaginkonzentration im Blut. (Reagine sind Antikörper, die gewebe- und hautsensibilisierend sind, d.h., sich an Zellen, vor allem Mastzellen und Basophile anlagern und bei Kontakt mit einem Allergen die Freisetzung von vasoaktiven Substanzen hervorrufen, die zu allergischen Reaktionen vom Soforttyp führen können).

Diese Ergebnisse ließen es sinnvoll erscheinen, eine umfassende Studie mit der Mikroalge *Spirulina platensis** als Nahrungsergänzung bei Patienten mit chronisch niedriger Strahlungsbelastung sowie bei Patienten mit Konsum von belasteten Lebensmittel durchzuführen. Ziel dieser Arbeit war es, die Genesung von Kindern aus ökologisch ungünstigen Gebieten auf nicht-medikamentöse Weise zu fördern, aber auch allgemein gültige Ergeb-

Immunkorrigierender Einfluß von *Spirulina platensis* als täglicher Nahrungszusatz und bei Umweltbelastungen

Tab. 1: Allgemeine Übersicht über die Inhaltsstoffe der Mikroalge *Spirulina platensis*.

	Durchschnitt %		Durchschnitt mg/kg *(Ausnahme: Mikrogramm µg)
Protein	61,2	VITAMINE	
Kohlenhydrate	14,7	Biotin (H)	0,4
Fette	6,5	Cyanocobalamin (B 12)	110 µg*
Feuchtigkeit	4,5	Ca-Pantothenat	11,0
Asche	9,2	Folsäure	0,5
Rohfaser	3,5	Inosit	350,0
PROTEIN (EIWEISS)		Nicotinsäure	118,0
Aminosäuren, essentiell		Pyridoxin (B 6)	6,0
Isoleucin	4,8	Riboflavin (B 2)	40,0
Leucin	7,1	Thiamin (B 1)	55,0
Lysin	7,5	Tocopherol (E)	10-60
Methionin	2,0	WICHTIGE MINERALSTOFFE /	
Phenylalanin	3,6	SPURENELEMENTE	
Threonin	8,3	Calcium (Ca)	3200
Tryptophan	2,4	Phosphor (P)	6800
Valin	5,1	Eisen (Fe)	360
UNGESÄTTIGTE FETTSÄUREN		Natrium (Na)	340
	Durchschnitt mg/kg	Chlorid (Cl)	320
Linolsäure (C 18) gesamt	12350	Magnesium (Mg)	4350
davon:		Mangan (Mn)	48
Gamma-Linolensäure (C18)	11900	Zink (Zn)	50
Alpha-Linolensäure (C18)	293	Kalium (K)	1530
Carotinoide gesamt	3350	Selen (Se)	0,5
davon		Lithium (Li)	0,35
Beta-Carotin	1200-1700	SOD	242 Einheiten/Gramm
Chlorophyll-a	11800	(Superoxid Dismutase)	
Phycocyanin	47200	GPX	3,32 Einheiten/Gramm
		(Glutathion Peroxidase)	

nisse für Menschen jeden Alters zu gewinnen, die auf die weit verbreitete problematische Ernährungssituation mit Mangelerscheinungen übertragen werden können.

Die Studie wurde in der Zeit von Oktober 1996 bis März 1997 von den Autoren in Zusammenarbeit mit Dr. N. A. Gres u. Dr. E. V. Shavrowa in der Klinik des wissenschaftlichen Forschungsinstitutes für Strahlungsmedizin, Minsk, Weißrußland, durchgeführt.

Eigenschaften der Nahrungsergänzung *Spirulina platensis*

Spirulina platensis gehört nach der klassischen Definition zur Gruppe der Blaualgen (in neuerer Zeit wird der Organismus taxonomisch den

Cyanobakterien zugerechnet). Die Mikroalge, nicht zu verwechseln mit einer Meeresalge, enthält in leicht aufschließbarer Form ca. 60 % Protein mit allen 8 essentiellen und 9 weiteren Aminosäuren in idealer Ausgewogenheit sowie eine Vielzahl von Mineralien und Vitaminen, einschließlich Beta-Carotin als Provitamin A.

Spirulina platensis hat im Gegensatz zu anderen Mikro- und Makroalgen (*Chlorella*, *Scenedesmus*, *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria spec. etc.*) keine zellulosehaltige Zellwand, ist daher leicht aufschließbar und besonders gut bekömmlich. Nach 18 Stunden sind 85 % des Eiweißgehaltes verdaut und aufgenommen. *Spirulina platensis* enthält eine Reihe lebenswichtiger Spurenelemente. Sie kann diese, wie z.B. Selen, durch spezielle natürliche Verfahren auch verstärkt aufnehmen. Das erhöht die Bedeutung

von *Spirulina platensis* als natürliche Quelle wichtiger Mineralstoffe und Spurenelemente (Tab. 1).

Als Beispiel sei hier nur das Selen kurz etwas ausführlicher diskutiert: Laut Angaben der Weltgesundheitsorganisation beträgt der tägliche Selen-Bedarf eines Erwachsenen zur Grundversorgung mit diesem essentiellen Spurenelement 100 - 200 Mikrogramm. In ökologisch ungünstigen Regionen oder bei entsprechender selenarmer Ernährung (z.B. Fertignahrung) ist die Deckung dieses Grundbedarfs nicht gewährleistet. Eine Ergänzung der täglichen Ernährung ist unvermeidlich. Die Autoren einer entsprechenden Untersuchung [24] betonen, daß Selen für verschiedene Zellfunktionen und lebenswichtige Vorgänge im Organismus unentbehrlich ist. Selen ist im menschlichen Körper an bestimmte Enzyme gebunden, die bei

der Regulierung der Schilddrüsenfunktion beteiligt sind. Diskutiert werden weiterhin eine Wirkung des Selen als Antihistaminikum und ein cholinsperrender Effekt. Selen ist ein Antioxidans; zusammen mit Vitamin E und Beta-Carotin schützt es vor der toxischen Wirkung von Sauerstoffradikalen. Selen beeinflusst positiv die Erythropoese und stimuliert die Hämoglobinbildung. Die biologische Rolle des Selen und seine Bedeutung für den menschlichen Körper ist sicher noch größer, als es heute bekannt ist. Es unterstützt manche, noch unerforschte Lebensvorgänge unseres Organismus.

Andere Autoren [16] vermuten, daß Selen, das vor einer radioaktiven Bestrahlung vom Organismus aufgenommen worden ist, aufgrund seiner antioxidativen Eigenschaften die Kette der verzweigten radiochemischen Reaktionen unterbrechen und damit einer Zerstörung von Lysosomen vorbeugen kann. Die biologische Bedeutung des Selen ist zweifelsfrei sehr groß und erfordert weitere detaillierte Forschungen.

Da übliche *Spirulina*-Produkte praktisch kein Selen enthalten, wurde die Bewertung der Effektivität einer besonderen Selen-Spezialität, und zwar die organische Verbindung des Selen mit der Mikroalge *Spirulina platensis*, (*Spirulina® plus** bzw. *Selen hefefrei**), zu einem Schwerpunkt dieser Arbeit.

Folgende Erscheinungsbilder und Parameter wurden zur Evaluierung der sinnvollen Nahrungsergänzung mit *Spirulina platensis* in Verbindung mit selenhaltiger *Spirulina platensis* schwerpunktmäßig untersucht:

- morbide Zustände und Krankheiten, die mit der chronischen Wirkung der niedrigen Strahlungsdosen verbunden sind;
- Vorbeugung gegen die Akkumulation sowie zur Beschleunigung der Ausscheidung der langlebigen Radionuklide: Caesium, Strontium und Kalium aus dem Organismus;
- Regulierung der mikroelementaren Struktur des Organismus;
- Stoffwechselstörungen;
- endoökologischer Schutz von Menschen, die einer hohen Umweltbelastung ausgesetzt sind.

Materialien und Methoden

Klinische Charakterisierung der Untersuchten

Weißrußland wurde von der Reaktorkatastrophe am stärksten betroffen. 70 % der Radionuklide sind über diesem Gebiet niedergegangen. 14000 km² (7 % des Staatsgebietes von Weißrußland) wurden radioaktiv verseucht, gegenüber 8100 km² in Rußland und 2100 km² in der Ukraine. Nach Veröffentlichungen offizieller Daten der GUS-Staaten, wurden etwa 825.000 Menschen durch die radioaktive Strahlung verseucht.

In der Klinik des wissenschaftlichen Forschungsinstitutes für Strahlungsmedizin, Minsk, Weißrußland, werden seit 1986 laufend Kinder aus den belasteten Gebieten ausgesucht, für einen Zeitraum von etwa 3 Wochen hospitalisiert, untersucht und entsprechend ihren Erkrankungen (Abb. 1) therapiert.

Die Kontamination des Wohngebietes der Kinder durch Caesium-137 betrug 185–555 kBq/m². Der Gehalt an Strontium-90 in der Milch, aus

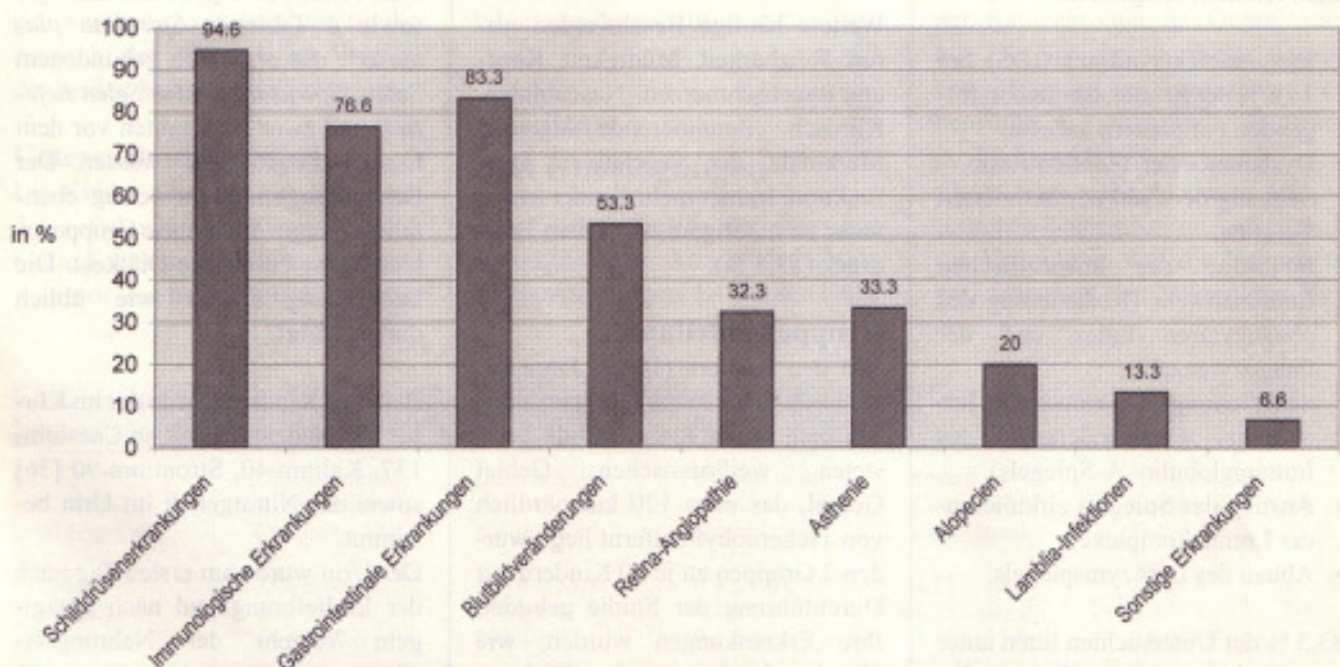


Abb. 1: Prozentuale Häufigkeit von Erkrankungen bei untersuchten Kindern aus dem Gebiet Gomel

der die Hauptnahrung der Kinder besteht, betrug 3,0 Bq/l. Es muß unterstrichen werden, daß die Ansammlung von Strontium-90 im Organismus der Kinder im Alter von 10 - 16 Jahren 4mal höher ist, als bei den Erwachsenen. Der Gehalt der Radionuklide im Urin galt als Zeichen der Akkumulation der radioaktiven Stoffe im Organismus und wurde mit Hilfe eines Flüssigkeits-Szintillationszählers (LKB Wallac) ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Tab. 2 zusammengefaßt. Auffällig sind die großen Schwankungen zwischen dem maximalen und minimalen Wert an Caesium-137 innerhalb einer Gruppe, obwohl die Kinder aus dem gleichen Wohnort stammen. Der Höchstgehalt (113 Bq/l) an Caesium-137 im Urin betrug etwa das 30fache seines geringsten Gehalts (3,75 Bq/l). Der Index der Korrelation beträgt 0,78. Ähnlich sieht es bei dem Gehalt von Kalium-40 im Organismus aus, das ebenfalls als Zeichen der radioaktiven Belastung dient. Der Gehalt an Strontium-90 im Urin der Kinder war ungefähr gleich hoch und betrug 0,01 - 0,2 Bq/l.

Folgende Erkrankungen wurden bei allen Kindern festgestellt:

1. Immundefektsyndrom (IDS) bei 76,6 % der Kinder, das sich in folgenden Parametern äußerte:
 - Dysbalance der T-Zellen-Ratio,
 - Senkung der Zahl der aktivierten T-Zellen,
 - Inhibition der unspezifischen Immunabwehr (Reduzierung des phagozytären Index und der Phagozytenzahl),
 - Schwächung der humoralen Immunität (Verminderung des Immunglobulin- A-Spiegels),
 - Anstieg des Spiegels zirkulierender Immunkomplexe,
 - Abbau des Lysozymspiegels.

83,3 % der Untersuchten litten unter verschiedenen Magen-Darm-Erkrankungen in Form von chroni-

scher Gastritis, Gastroduodenitis, Magen- und Zwölffingerdarmgeschwüren. Besonders bedeutend sind ausgeprägte morphologische Veränderungen der Magenschleimhaut.

2. Eine Einteilung der Kinder mit chronischer Gastritis nach Stärke der Entzündung und des Aktivitätsgrades ergab:
 - nicht aktiv - 17,5 %
 - aktiv - 82,5 %
3. Grad der Aktivität der chronischen Gastritis:
 - 1. Grad - 68,1 %
 - 2. Grad - 28,5 %
 - 3. Grad - 3,4 %
4. Entzündungsgrad der Magenschleimhaut:
 - 1. Grad - 57,1 %
 - 2. Grad - 39,3 %
 - 3. Grad - 3,6 %

Es fiel auf, daß 94,6 % der Kinder unter Schilddrüsenerkrankungen unterschiedlichster Art litten: autoimmune Thyreoiditis, endemische Knotenstruma. Bei 53,3 % der Kinder sind starke Veränderungen im Blutbildungssystem festgestellt worden.

Weitere häufige Beschwerden waren: Reizbarkeit, Müdigkeit, Kopf- und Bauchschmerzen, Nasenbluten. Klinisch dominierende vagotone Merkmale der vegetativen Dysfunktion. Immer mehr Kinder leiden unter zu niedrigem arteriellen Blutdruck (33,3 %).

Gruppeneinteilung

Von den Kindern (10-16 Jahre alt, weiblich und männlich gemischt) aus dem durch Radionuklide belasteten weißrussischen Gebiet Gomel, das etwa 120 km nördlich von Tschernobyl entfernt liegt, wurden 3 Gruppen zu je 30 Kindern zur Durchführung der Studie gebildet. Ihre Erkrankungen wurden, wie oben beschrieben, durch radioaktive Strahlung verursacht.

Gruppe A

Die (Kontroll-) Gruppe wurde aus 30 kranken Kindern gebildet. Diese Gruppe bekam keine Nahrungsergänzung und keine besondere Diät. Die Behandlung wurde, wie üblich, in der Klinik je nach Art der Erkrankung durchgeführt.

Gruppe B

Die zweite Gruppe bestand ebenfalls aus 30 Kindern im Alter von 10-16 Jahren. Diese Gruppe erhielt täglich als Nahrungsergänzung 10 Tabletten *Spirulina platensis** zu je 0,4 Gramm. Die Tabletten wurden nach Anweisung des Herstellers während eines 21tägigen Krankenhausaufenthaltes morgens und mittags 30 Minuten vor den Mahlzeiten mit 150 ml Wasser verabreicht. Es wurde keine besondere Diät verschrieben, die Behandlung der Patienten wurde, wie in der Klinik üblich, durchgeführt.

Gruppe C

Die dritte Gruppe umfaßte ebenfalls 30 Kinder aus dem selben Gebiet und im gleichen Alter. Die Tagesdosis der Nahrungsergänzung in dieser Gruppe betrug 6 Tabletten *Spirulina platensis** auf 2 Einnahmen verteilt (morgens und mittags) sowie 4 Tabletten *Spirulina platensis** mit organisch gebundenem Selen (*Spirulina® plus/Selen hefefrei*) und zwar 30 Minuten vor dem Essen mit 150 ml Wasser. Der Behandlungszeitraum betrug ebenfalls 21 Tage. Auch diese Gruppe erhielt keine besondere Diät. Die Behandlung wurde wie üblich durchgeführt.

Bei allen Kindern wurde der im Körper vorhandene Gehalt an Caesium-137, Kalium-40, Strontium-90 [36] sowie der Nitratgehalt im Urin bestimmt.

Der Urin wurde am ersten Tag nach der Einlieferung und nach 21tägigem Verzehr der Nahrungsergänzungen gesammelt. In Gruppe C, in der die Kombination verabreicht

wurde, fand nach 15 Behandlungstagen eine zusätzliche Urinuntersuchung statt. Für die radiochemischen Untersuchungen wurde die gesamte Tagesmenge des Urins genommen (1–1,5 l). Die Untersuchungen wurden nach der in der GUS geltenden Methode durchgeführt, die auf der Extraktion mittels Monoisooktyl-Phosphorsäureester und der späteren Messung mit der Anlage der Firma „Tesla“ basiert.

Die Werteermittlung erfolgte nach folgender Formel:

$$A_{ur} = \frac{(n1-n2) \times K_{kor} \times 10^{-12} \times V_{Urin} (Bq/l)}{K_{zer} \times K_{akk} \times V_i}$$

$n1$ = Impulse der ausgeschiedenen Präparate, die nach der radiochemischen Behandlung des Urins (Imp/Min) registriert wurden.

$n2$ = Strahlungsintensität am Tag der Untersuchung (Imp/min).

Koeffizient der Korrelation (K_{kor}), Koeffizient des Zerfalles (K_{zer}) und Koeffizient der Akkumulation (K_{akk}) sind Tabellenangaben.

V_{Urin} = Tagesmenge des Urins, die für die Untersuchungen entnommen wurde (L).

Die Ergebnisse dieser Bestimmungen waren die Voraussetzung für die Auswahl der Patienten zur Vergabe der beiden Nahrungsergänzungen.

Untersuchungsmethoden

Die Kinder aller drei Gruppen wurden auf gleiche Weise untersucht:

- die Krankengeschichte: Anamnese vor und nach der Behandlung,

- klinische Untersuchungen (Körpertemperatur, Puls, Blutdruck, EKG, Zustand der Verdauungsorgane und der ableitenden Harnwege),
- allgemeine hämatologische Untersuchungen,
- flow-zytometrische immunologische Untersuchungen des venösen Blutes,
- gamma-spektrometrische Bestimmung von Caesium-137 und Kalium-40 im Urin,
- radiochemische Bestimmung von Strontium-90 im Urin [25-26],
- kolorimetrischer Nitratnachweis im Urin mittels Griess-Reaktion [27],
- zusätzliche Untersuchungen zur Lipidoxidation und der antioxidanten Aktivität nach biochemischen Methoden [29-34],
- zusätzliche Untersuchungen über Zellteilungsraten und mutagene Effekte [35].

Statistik

Die statistische Verarbeitung der Untersuchungsergebnisse umfaßte die Ermittlung der arithmetischen Mittel, der Standardabweichung, des Student-Fischer-t-Tests [28]. Die Ergebnisse sind in Tabellen und Abbildungen dargestellt.

Resultate und Überlegungen

Die Kinder zeigten eine sehr gute Verträglichkeit der beiden Nahrungsergänzungen. Es wurden keine

Nebenwirkungen festgestellt, die Akzeptanz der Nahrungsergänzungen war sehr hoch.

Der Nitratgehalt im Urin lag im unteren Normbereich (< 47 mg/l), so daß es nicht möglich war, den Einfluß der Nahrungsergänzungen in diesem Bereich zu bewerten.

Der Vergleich der radioaktiven Stoffe im Urin der untersuchten Kinder ist 3–10mal höher als die bei vorliegenden Werten von Gleichaltrigen, die in „sauberen“ Gebieten wohnen (siehe Tab. 2).

Der Urinspiegel der Kinder, die 21 Tage lang *Spirulina platensis** verzehrt haben, senkte sich bei Caesium-137 und Kalium-40 um das zweifache und bei Strontium-90 um das 2,5fache (Tab. 2.1).

Kinder, die zusätzlich zu *Spirulina platensis** die selenhaltige Spirulina-Nahrungsergänzung bekamen, wiesen eine erhöhte Ausscheidung von Caesium-137 auf. Der positive Effekt wurde bereits nach 15 Tagen festgestellt. In der Gruppe A, Kinder, die keine Nahrungsergänzung erhielten, blieb die Radioaktivität des Urins fast unverändert. Die Daten der Analyse, die in den Tabellen 2.1 bis 2.3 und den Abbildungen 2.1 bis 2.3 zusammengefaßt sind, weisen auf eine deutliche Verringerung der Radioaktivität im Organismus hin. Die Speicherung dieser Radioaktivität ist auf den Konsum von Lebensmitteln, die durch langlebige Radionuklide belastet sind, zurückzuführen. Die Abnahme des natürlichen Isotops Kalium-40 erlaubt die Vermutung, daß die Nahrungsergänzung mit den Mikroalgen Me-

Tab. 2.1: Gehalt der Radionuklide Caesium-137, Strontium-90 und Kalium-40 in Bq/L im Urin von Kindern im Alter von 10–16 Jahren, aus dem Gebiet Gomel, Weißrußland

Wohngebiet	Durchschnittl. Aktivität von Caesium-137	Durchschnittl. Aktivität von Kalium-40	Durchschnittl. Aktivität von Strontium-90	Gehalt an Caesium-137 (min / max)	Aktivität des Caesium-137 nach Daten der INA
Elsk	35.4 ± 6.9	100.0 ± 15.5	0.1 ± 0.01	3.75 / 168.7	7'558.4
Narovlya	60.3 ± 14.4	150.3 ± 17.3	0.2 ± 0.01	3.75 / 500.0	8'449.5
Luninets	84.1 ± 22.6	200.0 ± 25.5	0.1 ± 0.01	3.75 / 115.0	14'018.9
Kontrollgebiet	9.0 ± 2.0	30.0 ± 5.0	0.02 ± 0.01	5.0 / 1.0	

chanismen der Radionuklid Ausscheidung aktiv fördert. Beide Nahrungszusätze zeigten eine 2-2,5fache Verringerung der Strahlungsbelastung bei Kindern während der Kurdauer von 21 Tagen. Das gibt Grund zur Annahme, daß es sich bei *Spirulina platensis* um ein natürliches Absorbens handelt. Diese Vermutung wird auch durch spätere Untersuchungen des Immunsystems der Kinder bekräftigt. Möglicherweise werden durch *Spirulina platensis* mit Caesium und Strontium unverdauliche Komplexe gebildet. Die Mikroalge enthält Makro- und Mikroelemente, wie Kalium, Kalzium, Phosphor, Natrium u.a., die im Magen-Darm-Trakt antagonistisch zu den Radionukliden wirken. Der biologische Einfluß der selenhaltigen Mikroalge scheint vielfältig positiv zu sein. Es ist anzunehmen, daß Selen als aktive Komponente eines komplizierten katalytischen Biosystems auftritt. Untersuchungen zu derartigen Mechanismen überschreiten allerdings den Rahmen dieses Programms.

Untersuchungen des peripheren Blutes

Das Blut wurde am Tag nach der Einlieferung der Kinder in die Klinik und nach 21tägigem Verzehr der Nahrungsaufwertungen jeweils vor dem Frühstück entnommen.

- 32 Kinder (53,3 %) der Gruppen B und C wiesen Veränderungen des Blutbildes auf,
- bei 21,8 % der Kinder war eine leichte Leukopenie zu beobachten, wobei die Leukozyten-Werte zwischen $3,29 \times 10^9/l$ bis $4,2 \times 10^9/l$ bei einer unteren Grenze des Normbereichs von $4,8 \times 10^9/l$ lagen,
- bei 78,1 % (25 Kinder) fand sich eine Eosinophilie mit Werten zwischen 7,2 und 14,8 %,
- die Erythrozytenwerte lagen bei Normalwerten von $4,2 \times 10^{12}$ - $5,4 \times 10^{12}/l$ im Bereich $3,58 \times 10^{12}/l$,

Tab. 2.2: Ausscheidung von langlebigen Radionukliden anhand von umfangreichen Urinalysen der Kinder der Gruppe B zu Beginn und nach 21 Tagen Nahrungsergänzung mit *Spirulina platensis* (siehe auch Abb. 2.1 bis 2.3).

	Vor Nahrungsergänzung Bq/L	Nach Nahrungsergänzung (21 Tage) Bq/L	Genauigkeit der Analyse
Caesium-137	$30,5 \pm 3,5$	$15,0 \pm 1,1$	< 0,01
Kalium-40	$125,0 \pm 4,5$	$60,0 \pm 3,0$	< 0,01
Strontium-90	$0,1 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$	< 0,01

Tab. 2.3: Ausscheidung von langlebigen Radionukliden anhand von umfangreichen Urinalysen der Kinder der Gruppe C zu Beginn und nach 15 und 21 Tagen Nahrungsergänzung mit *Spirulina platensis* und selenhaltiger *Spirulina* (*Spirusana*® plus/Selen hefefrei)

	Vor Nahrungsergänzung Bq/L	Nach Nahrungsergänzung (15 Tage) Bq/L	Nach Nahrungsergänzung (21 Tage) Bq/L	Genauigkeit der Analyse
Caesium-137	$35,0 \pm 2,5$	$10,0 \pm 0,15$	$3,75 \pm 0,25$	< 0,01
Kalium-40	$120 \pm 3,5$	$60,0 \pm 3,0$	$50,0 \pm 2,0$	< 0,01
Strontium-90	$0,1 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$	$0,01 \pm 0,01$	< 0,01

Tab. 2.4: Zum Vergleich: Ergebnis der Urinalyse der Kinder der Gruppe A (Kontrollgruppe) zu Beginn und nach 21 Tagen

	Bei Beginn Bq/L	Nach 21 Tagen Bq/L	Genauigkeit der Analyse
Caesium-137	$25,5 \pm 1,5$	$20,0 \pm 1,1$	< 0,01
Kalium-40	$110,0 \pm 1,5$	$100,0 \pm 1,5$	< 0,01
Strontium-90	$0,20 \pm 0,01$	$0,18 \pm 0,01$	< 0,01

- der Hämoglobingehalt betrug 10,7 - 11,0 g/dl.

Die Verabreichung der Nahrungsergänzungen führte zur Normalisierung des Blutbildes:

- die Leukozytenwerte stiegen bis auf $4,8 - 6,2 \times 10^9/l$,
- der Anteil an Eosinophilen fiel bis auf 5 % ab,
- die Hämoglobinwerte normalisierten sich bis 13,0 g/dl (bei Normwerten von 12,0 - 16,0 g/dl),
- die Erythrozytenwerte stiegen bis $4,2 \times 10^{12}/l$ an.

Außerdem wurde bei 85 % der untersuchten Kinder die Tendenz zur Normalisierung des Glucose- und Cholesteringehalts im Blut festgestellt.

Psychologisches Testen und Bewertung des Wohlbefindens

Der Verzehr beider Nahrungsergänzungen beeinflusste auch das allgemeine Wohlbefinden. Die Untersuchungen zeigten, vor allem bei asthenischen Kindern nach dem Verzehr der Nahrungsergänzung, eine deutlich positive Dynamik: bei 85,7 % der Kinder wurde eine Normalisierung beobachtet, ein nur unbedeutender Zuwachs bei 14,3 % der Kinder der Kontrollgruppe. So wurde in der Gruppe B zum Ende der Kur eine stärkere Senkung der Indikation nach der Asthenie-Skala konstatiert als in der Kontrollgruppe. Der Asthenieindex in der Gruppe B nahm durchschnittlich um 1,72 Punkte ab, in der Kontrollgruppe dagegen nur um 0,09 Punkte.

Immunkorrigierender Einfluß von *Spirulina platensis* als täglicher Nahrungszusatz und bei Umweltbelastungen

Bei Gedächtnisuntersuchungen nach der Wechsler-Skala wurde in der Gruppe B nach 21tägiger Verwendung des Nahrungszusatzes eine durchschnittliche Verbesserung um 1,02 Punkte festgestellt, bei der Kontrollgruppe um 0,1 Punkte. Die Verbesserung des kurzzeitigen und operativen Gedächtnisses wurde bei 69,6 % Kindern der Gruppe B nachgewiesen, eine volle Normali-

sierung bei 38,4 %. In der Kontrollgruppe sind diese Werte entsprechend 28,6 % und 28,8 %. Noch stärkere Unterschiede wurden bei den Untersuchungen von Lernfähigkeit und Aufmerksamkeit (Wechsler-Test) beobachtet. Hier zeigte sich volle Normalisierung bei 70,4 % der Kinder in der Gruppe B und bei 30 % in der Kontrollgruppe. Nach den Daten der täglichen Um-

fragen wurde eine positive Entwicklung solcher Merkmale, wie Munterkeit und Aktivität, öfter in den Gruppen B und C (93,6 % und 95,7 %), als in der Kontrollgruppe (62,5 % und 75 %) registriert ($p < 0,01$). Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß nach den durchgeführten Untersuchungen, beide Nahrungsergänzungen antiasthenische und mnemotrope Einflüsse ausüben.

Einfluß der Nahrungsergänzung auf die humorale und zelluläre Immunität

Um den Immunstatus der Kinder zu bewerten, wurde eine Reihe immunologischer Untersuchungen durchgeführt. Bestimmt wurden die unspezifische Immunität, die relative und absolute Zahl der T- und B-Lymphozyten, die Prozente der aktivierten T-Lymphozyten sowie der Spiegel der Serum-Immunglobuline IgA, IgM und IgG. Die entsprechenden Methoden zur Durchführung dieser Tests sind in verschiedenen Studien beschrieben [37-38]. Kinder, die über einen längeren Zeitraum in radioaktiv belasteten Gebieten wohnen, konsumieren in vielen Fällen regelmäßig mit Radionukliden belastete Lebensmittel. Dieser Umstand ist die Hauptursache für die prolongierte zellschädigende Wirkungen dieser Verbindungen. Es ist bekannt, daß bei Störungen des Zellmetabolismus und Zellschädigungen die Anzahl der gelösten Zellrezeptoren rapide ansteigt und eine Hemmung der humoralen und zellulären Immunität bei Kindern bewirkt. Bei der Testung des Immunsystems von Kindern, die in belasteten Gebieten wohnen und unter chronischer Gastritis in Kombination mit verschiedenen Immundefekten leiden, ist eine signifikante Verminderung der T-Lymphozyten (T-Helfer und T-Suppressor-Zellen) und der

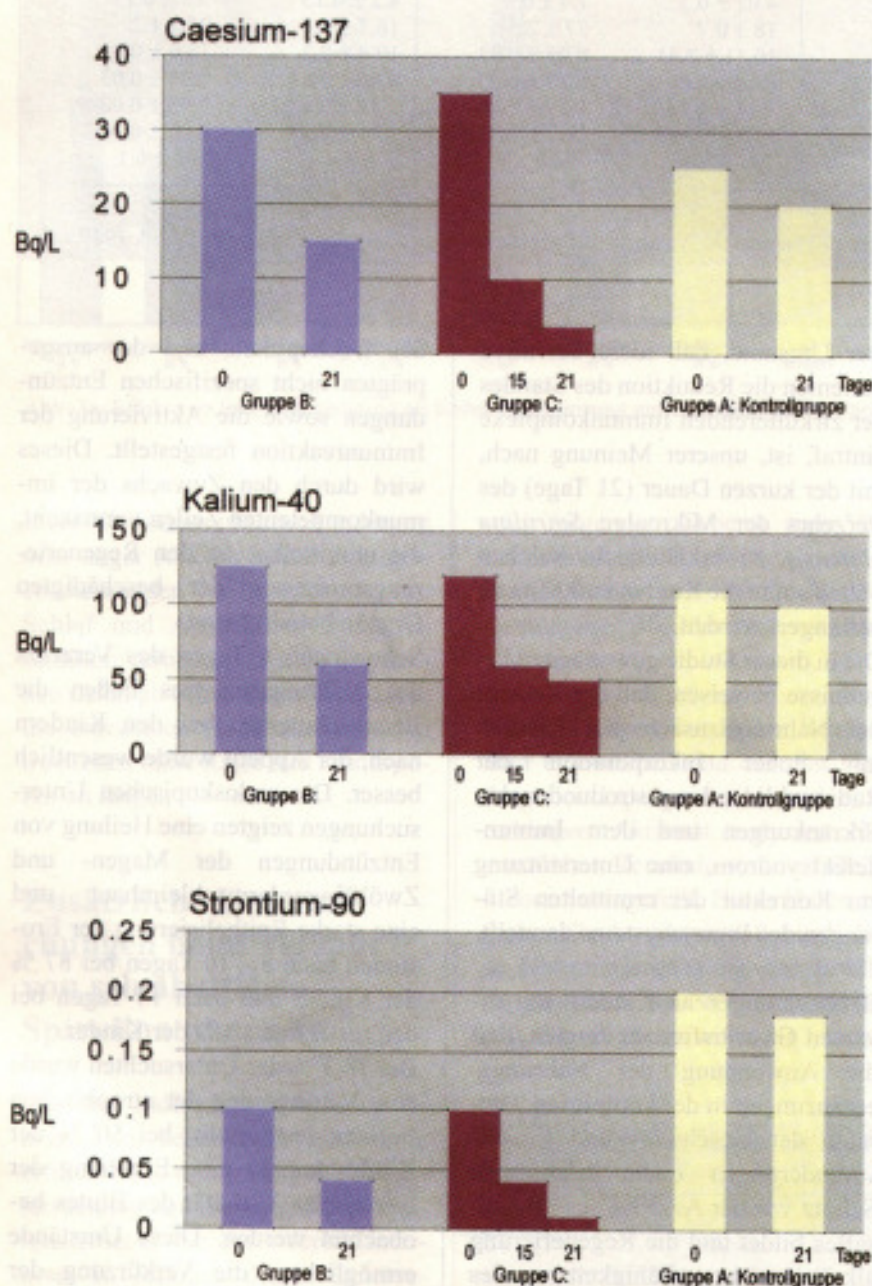


Abb. 2.1 bis 2.3: Ausscheidung von langlebigen Radionukliden anhand von umfangreichen Urinanalysen der Kinder der Gruppen B, C und A bei Beginn und nach 15 bzw. 21 Tagen
Gruppe B: Nahrungsergänzung mit *Spirulina platensis*
Gruppe C: Nahrungsergänzung mit *Spirulina platensis* und selenhaltiger *Spirulina* (*Spirulina*[®] plus/Selen hefefrei), Gruppe A: Kontrollgruppe

Immunkorrigierender Einfluß von *Spirulina platensis* als täglicher Nahrungszusatz und bei Umweltbelastungen

Tab. 3: Immunologische Parameter der Kinder der Gruppen B und C. Gruppe B: Nahrungsergänzung mit *Spirulina platensis* Gruppe C: Nahrungsergänzung mit *Spirulina platensis* und selenhaltiger *Spirulina* (*Spirusana*[®] plus/Selen hefefrei) [siehe auch Abb. 3a und 3b].

	Einheit	Normalwerte	Gruppe B (Abb. 3a) Nahrungsergänzung: <i>Spirulina platensis</i>		Gruppe C (Abb. 3b) Nahrungsergänzung: <i>Spirulina platensis</i> kombiniert mit <i>Spirusana</i> [®] plus (Selen hefefrei)	
			Vor Nahrungs- ergänzung	Nach Nahrungs- ergänzung	Vor Nahrungs- ergänzung	Nach Nahrungs- ergänzung
T-Zellen gesamt	%	36-80	31 ± 1.2	46 ± 0.3	28 ± 2.1	42 ± 0.7
T-Helfer Zellen	%	18.5-55.6	12.8 ± 2	21 ± 1.5	16 ± 1.9	27 ± 1.8
T-Suppr. Zellen	%	6-23	3 ± 0.9	8.9 ± 0.8	2 ± 0.8	10 ± 0.5
Aktivierte T-Zellen	%	20-40	8.2 ± 0.3	20.5 ± 0.3	12 ± 0.7	24 ± 0.4
Lyasozym	mg/l	4.7-7.0	4.02 ± 0.2	7.4 ± 0.6	4.2 ± 0.15	5.8 ± 0.7
Phagozyten	%	20-70	18 ± 0.7	27 ± 2.5	16.7 ± 0.4	24 ± 1.2
B-Zellen	%	10-30	10.11 ± 2.51	9.05 ± 0.92	10.4 ± 0.3	12.9 ± 0.7
Ig A	mg/ml	0.58-2.85	0.48 ± 0.06	0.59 ± 0.03	0.46 ± 0.04	0.61 ± 0.03
Ig M	mg/ml	0.65-1.6	1.23 ± 0.14	1.15 ± 0.16	1.12 ± 0.12	0.98 ± 0.02
Ig G	mg/ml	5.3-18.5	11.89 ± 1.08	11.9 ± 1.3	19.1 ± 2.03	14.7 ± 0.35
zirkul. Immunkomplexe	c.u.	90-180	290 ± 3.4	190 ± 5.9	270 ± 4.1	198 ± 6.1

Die Normalwerte basieren auf:

R. M. Pantov: „Ecological immunology“, Moskau 1995 und D. K. Novikov: „Reference book on clinic & allergology“, Minsk 1987

B-Lymphozyten festgestellt worden. Die Werte befinden sich alle an den unteren Normgrenzen.

Hämatologische Untersuchungen (Tab. 3 und Abb. 3a und 3b) weisen auf eine Normalisierung der T-Zellen vermittelten Immunität aufgrund des Verzehr von *Spirulina platensis* hin ($p < 0,05$). Bei allen Kindern zeigte sich ein Anstieg an T-Lymphozyten mit einer Erhöhung des Anteils an T-Helferzellen und eine Normalisierung des Gehalts an T-Suppressoren-Zellen sowie des Verhältnisses von T-Helfer zu T-Suppressorzellen. Weiterhin normalisierte sich der IgA-Spiegel und die Menge der zirkulierenden Immunkomplexe verminderte sich in 85 % der Fälle. Der Anstieg des T-Suppressoren-Spiegels war in allen Fällen mit Reduktion der Eosinophilen begleitet. Bei der Entlassung der Kontrollgruppe wurde keine signifikant positive Veränderung des Immunstatus registriert. Möglicherweise wird der positive Effekt des Verzehr der Nahrungsergänzung mit der Mikroalge *Spirulina platensis** durch Ausscheidung der Endotoxine und Allergene und folglich durch Senkung der toxischen Wirkung auf Leukozyten erzielt.

Der Umstand, daß nicht bei allen Patienten die Reduktion des Standes der zirkulierenden Immunkomplexe eintraf, ist, unserer Meinung nach, mit der kurzen Dauer (21 Tage) des Verzehr der Mikroalge *Spirulina platensis* zu erklären. In solchen Fällen sollte die Kur bis zu 3 Monate verlängert werden.

Die in dieser Studie gewonnenen Ergebnisse beweisen, daß der Verzehr der Nahrungszusätze bei Kindern mit hoher Inkorporation der Radionuklide, der gastroduodenalen Erkrankungen und dem Immundefektsyndrom, eine Unterstützung zur Korrektur der ermittelten Störungen des Immunsystems darstellt.

Beobachtungen an Kindern mit diversen Gastritisformen zeigten, daß die Anwendung der Nahrungsergänzungen in der komplexen Therapie der Geschwür- und Erosivveränderungen einen wirksamen Schutz vor der Azidität des Magensaftes bildet und die Regenerierung alkalischer Fähigkeiten des Antrumteiles des Magens und die Epithelisation der Geschwüre stimuliert. Bei Kindern mit beginnenden Schleimhautschädigungen wird die Reduzierung des Atrophiegrades

des Deckepithels und der ausgeprägten nicht spezifischen Entzündungen sowie die Aktivierung der Immunreaktion festgestellt. Dieses wird durch den Zuwachs der immunkompetenten Zellen verursacht, die unmittelbar an den Regenerierungsprozessen der beschädigten Organe beteiligt sind.

Schon nach 4 Tagen des Verzehr des Nahrungszusatzes ließen die Bauchschmerzen bei den Kindern nach, der Appetit wurde wesentlich besser. Die endoskopischen Untersuchungen zeigten eine Heilung von Entzündungen der Magen- und Zwölffingerdarmschleimhaut und eine starke Epithelisierung der Erosionen nach 8 - 10 Tagen bei 87 % der Kinder und nach 14 Tagen bei den restlichen 13 % der Kinder.

Bei 78,3 % der Untersuchten wurde eine Verringerung der atrophischen Formen festgestellt, bei 50 % der Kinder konnte eine Erhöhung der Lysozymen Aktivität des Blutes beobachtet werden. Diese Umstände ermöglichten die Verkürzung der Therapiedauer um 5 - 6 Tage bei 78 % der Kinder.

Erwähnenswert ist weiterhin, daß bei Kindern mit Nahrungs- und Arzneimittelallergien oder atopi-

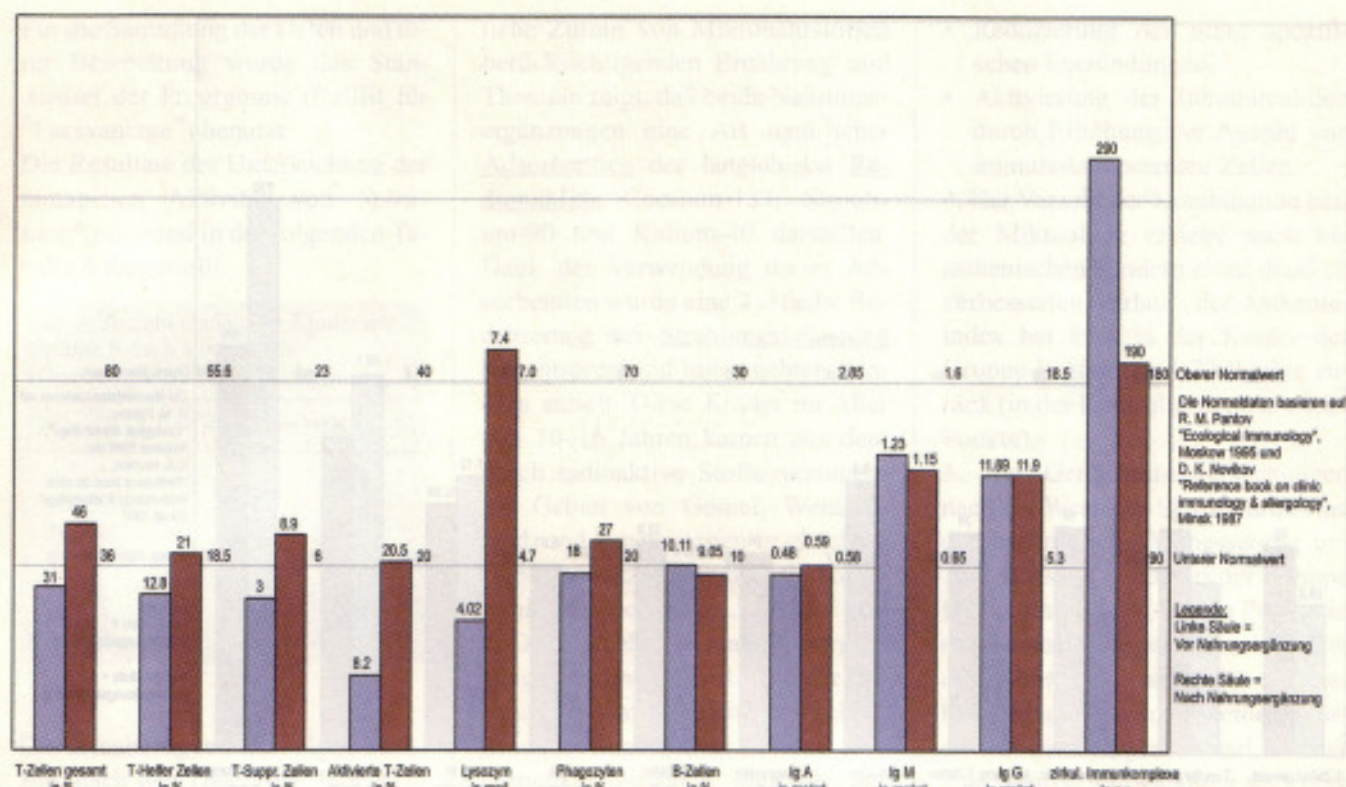


Abb. 3a: Effekt von *Spirulina platensis* als Nahrungsergänzung auf immunologische Parameter. Kinder der Gruppe B.

scher Neurodermitis eine Linderung oder sogar Abklingen der Allergischeerscheinungen zu beobachten war. Schlaf und Appetit sowie Darmfunktion verbesserten sich, das Jucken nahm ab oder verschwand ganz, die erkrankten Hautstellen wurden trockener, ohne Risse und Kratzspuren zu zeigen.

Zusätzliche Untersuchungen beim Verzehr von selenhaltigem *Spirulina platensis*

Da der biologische Wirkmechanismus des Selen noch sehr wenig erforscht ist, war eine spezielle Untersuchung zur Wirkung dieses Spurenelements von besonderem Interesse. In Rahmen dieser Untersuchung wurde eine weitere Gruppe mit 9 Kindern im Alter von 10 bis 16 Jahren gebildet (Gruppe D), welche innerhalb von 15 Tagen nur die selenhaltige Nahrungsergänzung

nach folgendem Schema zum Verzehr erhielten:

- 4 Tabletten mit 150 ml Wasser morgens, 30 Minuten vor dem Essen.

Nach 15 Tagen wurde den Kindern Blut entnommen und auf den Umfang der Lipidoxidation und antioxidativen Aktivität analysiert. Die ermittelten Resultate sind in Tabelle 4 zusammengefaßt. Diese Daten erlauben die Annahme, daß durch diese Nahrungsergänzung der Ernährungszustand so verbessert wird, daß sich möglicherweise die Intensi-

tät der Oxidation verbessert, ohne allerdings ihre volle Normalisierung zu erreichen. Das bezieht sich auf Kinder mit einer zu niedrigen Intensität dieses Prozesses (nach der Indikation des Malondialdehydes und der Dienkonjugate). Aufgrund der Blutlactatwerte ist festzustellen, daß die Intensität der Glykolyseprozesse unverändert bleibt. Auch die Lipidverwertung wird verstärkt, ohne dabei eine Störung der Homöostase zu bewirken. Von höchster Bedeutung ist die erzielte Erhaltung des bestimmten physiologischen Niveaus der Lipidensuperoxidation. Von den

Tab. 4: Lipidoxidation und antioxidative Aktivität von Blutparametern bei Kindern der Gruppe D bei Verzehr von *Spirulina* plus (Selen befreit)

	Einheit	Normalwerte	Vor Nahrungsergänzung	Nach Nahrungsergänzung
Lipide	g/l	4,9-9,2	5,85 ± 0,25	4,78 ± 0,27
Blutlactatwerte	mmol/l	1,0-1,7	1,27 ± 0,05	1,26 ± 0,06
Vitamin E	mmol/l	11,6-46,4	19,97 ± 1,37	18,68 ± 1,62
Malondialdehyde	mmol/ml	0,82 ± 0,039	0,45 ± 0,03	0,57 ± 0,03
Dienkonjugate	mmol/ml	3,18-4,11	3,18 ± 0,11	3,68 ± 0,17
Glutathion	mg/%	40-90	60,0 ± 2,64	50,06 ± 5,87

Immunkorrigierender Einfluß von *Spirulina platensis* als täglicher Nahrungszusatz und bei Umweltbelastungen

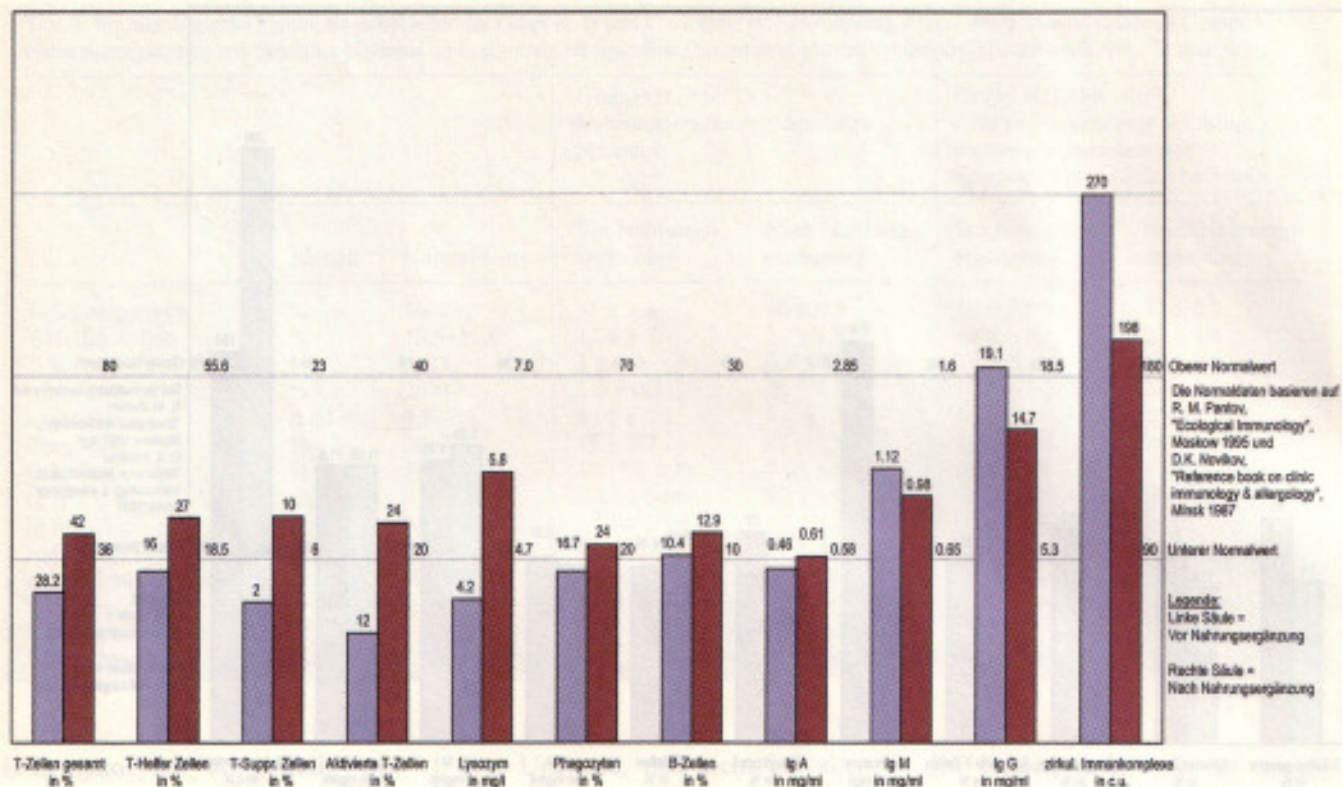


Abb. 3b: Effekt von *Spirulina platensis* und *Spirusana® plus* als Nahrungsergänzung auf immunologische Parameter. Kinder der Gruppe B.

obengenannten Tatsachen ausgehend, kann möglicherweise die Wirksamkeit der Nahrungsergänzung erhöht werden, indem man den Gehalt an Vitamin E erhöht. Um den synergistischen Effekt von Selen mit Vitamin E zu fördern, enthalten die Tabletten zusätzlich 2 mg Vitamin E.

Die Standardbehandlung der Klinik alleine bewirkte keine Stoffwechsell-normalisierung. Nach dem Verzehr der Mikroalgen- Nahrungsergänzung wurde eine deutlich positive Dynamik beobachtet, die Prozesse der Lipidsuperoxidation und des antioxidanten Status charakterisiert und eine Besserung der festgestellten Störungen ermöglicht.

Zusätzliche Untersuchungen über Zellzyklusveränderungen und mutagene Effekte wurden mit einer weiteren Gruppe (Gruppe: E) von 6 Kindern im Alter von 10–16 Jahren aus dem Gebiet Gomel gemacht.

Die Methoden dieser Untersuchungen sind in der Studie von Nusse

[35] beschrieben. Die Resultate sind in den folgenden Tabellen 5–7 dargestellt.

Die Blutproben wurden venös entnommen und 3–4 Stunden nach der Beigabe von Heparin kultiviert.

Neben der Normalisierung des Immunstatus ist eine deutliche Stimulation der proliferativen Aktivität der Lymphozyten zu erwähnen, was der rapide Zuwachs des Zellenanteils in der S-Phase und in dem Mitosestadium (G2+m) zeigt.

Die Ergebnisse weisen auf den positiven Einfluß der selenhaltigen Mikroalgen-Nahrungsergänzung hin, die innerhalb von 21 Tagen mit einer täglichen Dosis von 4 Tabletten a 0,4 g verabreicht wurde. Jede dieser Tabletten enthielt 30-40 Mikrogramm organisch an die Mikroalge *Spirulina platensis* gebundenes Selen in Verbindung mit jeweils 2 mg Vitamin E. Dies ergibt 120–160 Mikrogramm Selen und 8 mg Vitamin E täglich als Nahrungszusatz.

Tab. 5: Die Analyse des Zellzyklus der Kinder der Gruppe E nach dem Verzehr der selenhaltigen Mikroalgen.

Patienten	Anteil der Zellen in der Phase des Zellzyklus, %		
	G1	S-Phase	G2+m
1	83.8	14.3	1.9
2	43.4	13.1	43.5
3	67.5	22.8	9.7
4	39.7	20.9	39.4
5	32.6	18.9	48.5
6	54.1	38.0	8.0
Kontrollbereich	92–98	1–3	1–3

Für die Sammlung der Daten und ihrer Bearbeitung wurde das Standardset der Programme (Cellfit für "Facsvantage") benutzt.

Die Resultate der Untersuchung der mutagenen Aktivität von *Spirulina*® plus sind in der folgenden Tabelle 6 dargestellt.

Tab. 6: Anzahl nucleoider Kinder der Gruppe E nach Verzehr der selenhaltigen *Spirulina platensis*.

Gruppe E	Anteil der Nucleoli, %
1	1.72
2	4.77
3	3.04
4	3.17
5	2.22
6	1.85
Kontrollbereich	1-6 %

Die selenhaltigen Mikroalgen besitzen, nach den Daten der Tabelle 6, keinen mutagenen Effekt. Die Anzahl der Nucleoli entspricht dem Normbereich.

Die Nucleoli wurden mit der Zytofluorometriemethode nach Nusse et. al. (1992 - 1996) gemessen.

Wie die Daten der Tabelle 7 zeigen, wird der Spiegel der Hypodiploidkerne durch die selenhaltige *Spirulina* nicht beeinflusst, was bedeutet, daß diese Nahrungsergänzung keinen toxischen Effekt besitzt.

Tab. 7: Resultate der Apoptoseuntersuchungen

Kinder der Gruppe E	Anzahl der Hypodiploidkerne, %
4	6.33
5	9.93
6	10.00
Kontrollbereich	5-24 %

Schlußfolgerungen

1. Der Verzehr der Mikroalge *Spirulina platensis* sowie von organisch an *Spirulina platensis* gebundenem Selen als Nahrungszusatz im Rahmen einer ganzheitlichen, die natür-

liche Zufuhr von Mikronährstoffen berücksichtigenden Ernährung und Therapie zeigt, daß beide Nahrungsergänzungen eine Art natürlicher Adsorbentien der langlebigen Radionuklide Caesium-137, Strontium-90 und Kalium-40 darstellen. Dank der Verwendung dieser Adsorbentien wurde eine 2-3fache Reduzierung der Strahlungsbelastung bei entsprechend untersuchten Kindern erzielt. Diese Kinder im Alter von 10-16 Jahren kamen aus dem durch radioaktive Stoffe verseuchten Gebiet von Gomel, Weißrußland, und konsumierten in gleichem Gebiet produzierte radioaktiv kontaminierte Lebensmittel.

2. Der Verzehr der Nahrungsergänzung *Spirulina platensis** in der Behandlung von Kindern mit vorhandenen Immundefekten kann als eine immunkorrigierende Methode auf der Basis eines natürlichen Nährstoffes bezeichnet werden. Dies zeigt eine Verstärkung der Immunantwort, wobei es nicht primär auf die Menge der Nährstoffe ankommt, sondern auf ihren ganzheitlichen Verbund in einer hochwertigen Natursubstanz: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile! Eventuell kann der Verzehr dieser Nahrungsergänzungen auch in der onkologischen Therapie empfohlen werden. Ein dauerhafter Verzehr hat bisher keine Nebenwirkungen gezeigt.

3. Ein kombinierter Verzehr der *Spirulina platensis* und der selenhaltigen Mikroalgen in einer ganzheitlichen Therapie unter Einbeziehung der Ernährung bei Kindern mit Magen-Darm-Erkrankungen (chronische Gastritis, Duodenitis, Magen- und Zwölffingerdarmgeschwür) zeigte:

- deutliche Verbesserung der Verdauung und Verwertung der Nahrung,
- positive Entwicklung der Darmfunktion,
- Stimulierung der Epithelisierung bei Geschwüren,
- Reduzierung des Atrophiegrades des Deckepithels,

- Reduzierung der nicht spezifischen Entzündungen,
- Aktivierung der Immunreaktion durch Erhöhung der Anzahl von immunokompetenten Zellen.

4. Der Verzehr der Kombination beider Mikroalgen erzielte auch bei asthenischen Kindern einen deutlich verbesserten Verlauf: der Asthenieindex bei 85,4 % der Kinder der Gruppe B ging um 1,72 Punkte zurück (in der Kontrollgruppe um 0,09 Punkte).

5. Bei Gedächtnisuntersuchungen nach der Wechsler-Skala wurde eine durchschnittliche Verbesserung um 1,02 Punkte (+/-0,8) in der Gruppe B und um 0,14 (+/-0,426) Punkte in der Kontrollgruppe registriert. Bei den Umfragen nach der Selbstbewertungsskala von Spielberg wurde in den Gruppen B und C öfter eine positive Entwicklung als in der Kontrollgruppe beobachtet (62,1 % und 75,2 %).

6. Die Untersuchungen zeigten, daß die Nahrungsergänzungen einen bestimmten antiasthenischen und mnemotropen Einfluß besitzen.

7. Beim Dauerverzehr der Mikroalge *Spirulina platensis** (bis 2-3 Monate) und unter Berücksichtigung der individuellen Besonderheiten der Akkumulation der Radionuklide im Kinderorganismus, kann die Tagesdosis von *Spirulina platensis** ohne Bedenken auf 5-8 g, wenn erforderlich auch mehr, erhöht werden. Der Tagesverzehr von selenhaltigen Mikroalgen blieb konstant (1,6 g).

8. Die zusätzlichen Untersuchungen hinsichtlich des Zellzyklus und eventueller mutagener Effekte mittels durchflußzytometrischer Methoden bewiesen:

- die Anzahl der Nucleoli in Lymphozyten des peripheren Blutes wird durch die Einnahme von *Spirulina platensis* nicht erhöht,
- die Analyse des Zellzyklus stellt eine stark erhöhte Anzahl von aktiv proliferierenden Zellen fest, was eine positive Aktivität der Nahrungsergänzung beweist.

9. Die Ergebnisse der Untersuchungen von Lipidoxidation und der antioxidativen Aktivität zeigen, daß *Spirulina platensis** die Intensität der Superoxidation normalisiert. Die Intensität der Glykolyseprozesse wird nicht beeinflusst. Möglicherweise verstärken selenhaltige *Spirulina* die Lipidverwertung, ohne dabei die Homöostase zu verletzen. Alle obengenannten Umstände sprechen für eine Erhöhung der Abwehrkräfte des Organismus (Immunität) nach 15tägigem Verzehr, wobei die tägliche Ernährung lediglich mit je 4 Tabletten zu je 0,4 g ergänzt wird.

10. Die Nahrungszusätze auf der Basis von *Spirulina platensis* decken das Defizit der Eiweiß-, Vitamin- und Mineralien in unserer Ernährung und werden als eine Grundsubstanz zur Versorgung mit Mikronährstoffen zur Vermeidung einer Dysbalance im System "Mensch und seine Umwelt" empfohlen.

11. Der mutmaßliche Mechanismus der Mikroalge *Spirulina platensis*:

- mit Radionukliden (Caesium-137, Strontium-90) werden unverdauliche Komplexe gebildet. Mit den Analogen zu den Radionukliden (Kalzium, Kalium) sowie mit den Makro- und Mikroelementen Natrium, Phosphor und Selen werden im Magen-Darm-Trakt günstige Bedingungen geschaffen.

Weitere Untersuchungen von Nahrungsergänzungen, spezifisch organisch gebundenen Spurenelementen in der Mikroalge *Spirulina platensis* und anderen Algen, wie z.B. *Ascophyllum nodosum* oder *Laminaria spec.*, können sehr aussichtsreich sein. Sie stellen eine zukunftsorientierte Richtung im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtung von Ernährung und Therapie dar. So dürfte auch die Prophylaxe mit jodhaltigen Meeresalgen bei Schilddrüsenerkrankungen in endemischen Zonen der Erde von großem Interesse sein.

Literatur

- [1] Loseva, L. P., Tkatschenko, L. W. et al.: Bewertung der Akkumulationsdynamik von langlebigen Radionukliden (Caesium-137 und Strontium-90) bei Kindern und Jugendlichen unter Berücksichtigung der Nahrungsbesonderheiten nach der Katastrophe im Tschernobyl-KKW. Sammlung der wissenschaftlichen Werke "Ökologische, medizinisch-biologische und sozialökonomische Folgen der Katastrophe im Tschernobyl-KKW für Weißrußland". Minsk (1996) 15-18.
- [2] Belookaja, T. W., Tkatschenko, L. W. et al.: Dynamik des Gesundheitszustandes der weißrussischen Kinder in der heutigen ökologischen Situation. Sammlung der wissenschaftlichen Werke "Ökologische Anthropologie". Minsk (1996) 114.
- [3] Loseva, L. P., Astachowa, L. N. et al.: Bewertung des Einflusses der komplexen Wirkung von langlebigen Radionukliden auf die Schilddrüsenpathologien bei Kindern und Jugendlichen. Sammlung der Konferenzmaterialien "Tschernobyl-Katastrophe: Prognose, Prophylaxe, Behandlung und medizinisch-psychologische Rehabilitation der Betroffenen", Minsk (1994) 111.
- [4] Loseva, L. P., Katschikina, A. P.: Bewertung des Strontium-90-Gehaltes im Urin der Kinder, 10 Jahre nach der Tschernobyl-Katastrophe. Sammlung der wissenschaftlichen Werke "Ökologische Anthropologie", Minsk (1996) 223.
- [5] Tkatschenko, L. W.: Medizinisch-biologische Probleme des Einflusses der niedrigen Strahlungsdosen auf Organismen von Kindern und Jugendlichen. Internationale Konferenz, Delft (Holland) (1994) 8.
- [6] Loseva, L. P.: Bewertung des Strontium-90-Gehaltes im Organismus der Bevölkerung von Weißrußland nach der Katastrophe in dem Tschernobyl-KKW. Sammlung der Materialien der „XV. Mendelejew-Konferenz für gesamte und angewandte Chemie“. Minsk (1993) 474.
- [7] Astachowa, L. N.: Schilddrüsenerkrankungen bei Kindern: Folgen der Tschernobyl-Katastrophe. Minsk (1996) 215.
- [8] Iljin, L. A. et al.: Ökologische Besonderheiten und medizinisch-biologische Folgen der Tschernobyl-Katastrophe. Medizinische Radiologie 11 (1989) 59-81.
- [9] Hoffman, D.: Tschernobyl-Katastrophe: Radiologische Folgen für die heutigen und nächsten Generationen. Übers. a. d. Engl. Minsk (1994) 574.
- [10] Wladimirov, W. T.: Radioprotektoren: Struktur und Funktionen. Kiew (1989) 259.
- [11] Gontscharenko, E. N., Kudrjaschew, J. B.: Probleme des chemischen Schutzes gegen chronische ionisierende Strahlungswirkung. Radiologische Biologie / Radioökologie (Moskau) 4 (1993) 36.
- [12] Bronowez, I. N., Sakowitsch, M. N., Chomitsch, E. N.: Nahrungsfaser und ihre Rolle in der Prophylaxe und Therapie der Verdauungsorgane. Pädiatrie 1 (1989) 10.
- [13] Gresj, N. A. et al.: Pathomorphose der chronischen Gastritis bei Kindern und Jugendlichen; Weißrußland bei den ökologischen Bedingungen nach der Tschernobyl-Katastrophe. Sammlung der Materialien der wissenschaftlichen Untersuchungen 1991-1994. Minsk (1995) 202.
- [14] Morosewitsch, T. S., Gresj, N. A., Tkatschenko, L. W. et al.: Somatische Gesundheit der Kinder, die unter Alopezien leiden. Thesen des „3. Weißrussischen Kongresses der Dermato-Venerologen“, Minsk (1996).
- [15] Buidakow, L. A.: Radioaktive Stoffe und der Mensch. Moskau (1990) 158.
- [16] Knishnikow, W. A. et al.: Spezielle, mit Antikarzinogenen und Antioxidantien versetzte Nahrung als Schutzmittel der Bevölkerung in durch radioaktive Stoffe verschmutzten Gebieten. Medizinische Radiologie und radiologische Sicherheit 4 (1996) 33-38.
- [17] Reglin, R.: Die Mikroalge *Spirulina platensis*. Naturheilpraxis (1993) 738-742.
- [18] Loseva, L. P., Dardinskaja, I. W.: Spirulina - natürliches Absorbens der Radionuklide. Materialien des 6. Internationalen Kongresses für angewandte Algologie, Tschechien (1993).
- [19] Loseva, L. P.: Algen als protektive Nahrungsergänzung unter den Bedingungen niedriger Strahlungsdosen. Materialien des 2. Arbeitskongresses für Algologie. Potsdam (1995).
- [20] Vacek, A. et al.: Amelioration of radiation damage to haemopoiesis, given often irradiation to mice protected by peroral cystamine.
- [21] Hau, R., Hau, E.: 5 Jahre Kompetenz in Mikroalgen. CoMed (1996).
- [22] Sirenko, L. A., Kosizkaja, W. N.: Biologisch aktive Stoffe der Algen und die Wasserqualität. Kiew (1988) 411.
- [23] Sasson, A.: Biotechnologie: Ereignisse und Hoffnungen. Übers. a. d. Engl. Moskau (1987) 411.
- [24] Ermakow, W. W., Kowalskij, W. W.: Biologische Bedeutung des Sclens. Moskau (1974) 296.

Immunkorrigierender Einfluß von *Spirulina platensis* als täglicher Nahrungszusatz und bei Umweltbelastungen

- [25] *Golutwina, M. M., Abramow, J. W.*: Kontrolle über die Inkorporation der Radionuklide und ihre Zusammensetzung im menschlichen Organismus. Moskau (1989) 100.
- [26] Schnellbewertung des Strontium-90-Gehalts und der inkorporierten Strahlungsdosen im menschlichen Körper aufgrund der Analyse der Geschwindigkeit mit der die Radionuklide mit dem Urin ausgeschieden werden. Methodische Anweisungen, Tscheljabinsk (1987) 10.
- [27] Untersuchungen der Diagnostik und Therapie der Lebensmittelvergiftungen durch Nitrate und Nitrite. Methodische Anweisungen, Minsk (1987) 10.
- [28] *Rakitskij, P. F.*: Biologische Statistik. Minsk (1987) 10.
- [29] *Kolb, W. G., Kamischnikow, W. S.*: Handbuch der klinischen Chemie. Minsk (1982) 202.
- [30] *Prochorowa, M. I.*: Methode der biochemischen Untersuchungen. Redaktion von Prof. Prochorowa, M. I. Leningrad. (1982) 183.
- [31] *Kostjuk, W. A. et al.*: Die Fragen der medizinischen Chemie. Minsk (1984) 125.
- [32] *Gontscharenko, M. S.*: Laborfach 1 (1985) 60.
- [33] *Gontscharenko, M. S.*: Laborfach 6 (1992) 362.
- [34] Klinisches labormäßiges Diagnostizieren im Stadium der Expertise und Rehabilitation der Patienten, die als Folge der chronischen Krankheiten Behinderungen aufweisen. Methodische Anweisungen. Minsk (1994) 10.
- [35] *Nusse, M. G., Gramer, G., Miller, B. M.*: Int. J. Radiation Biology 62 (1995) 583–602.
- [36] *Konoplja, E. F. et al.*: Ermittlung des Gehaltes der inkorporierten Radionuklide im Organismus durch die Analyse der Urin-Gamma-Spektrometrie.

Die Durchführung dieser Studie wurde durch die Unterstützung der Fa. Sanatur GmbH, D-78224 Singen, ermöglicht.

Alle Tests wurden mit der zur Verfügung gestellten Qualität der Marke **Spirulina platensis Hau** sowie **Spirulina plus**, auch bekannt unter dem Produktnamen **Selen hefefrei**, durchgeführt. Dies ist eine exklusive Spezialität der Mikroalge **Spirulina platensis**, mit einem höheren Gehalt des Spurenelements Selen, das im Wachstum aus einer natürlichen Quelle aufgenommen und organisch gebunden wird.

Korrespondenzadresse über:
c/o Richard Hau
Georg-Fischer-Straße 40a
78224 Singen

Wiss. Forschungsanstalt für Strahlungsmedizin, Minsk, Weißrußland
Abt. für systematische Forschungen, Inst. für Strahlungsmedizin, Minsk, Weißrußland

Immunkorrigierender Einfluß von *Spirulina platensis* als täglicher Nahrungszusatz und bei Umweltbelastungen

Untersuchungsergebnisse bei Kindern, die permanent niedrigen radioaktiven Strahlungsdosen ausgesetzt sind („Tschernobyl-Kinder“)

von I. P. Loeva und A. W. Tkatschenko