

7. Kubitschke, L. ICT & Ageing European Study on Users, Markets and Technologies: Final Report / L. Kubitschke, K. Cullen // European Commission: Empirica, WRC. — 2010.
8. Социально-просветительский проект по обучению пожилых людей компьютерной грамотности // МТС [Электронный ресурс]. — 2016 г. — Режим доступа: <http://www.vozrast.mts.by/>. — Дата доступа: 26.09.2016.
9. Семутенко, К. М. Основные факторы, определяющие состояние здоровья мужчин / К. М. Семутенко, И. А. Чешик, Т. М. Шаршакова // Вопр. организ. и информ. здравоохран. — 2014. — № 2. — С. 36–46.
10. Hank, K. Societal Determinants of Productive Aging A Multilevel Analysis Across 11 European Countries / K. Hank // European Sociological Review. — 2010.
11. Good Practices in E-Inclusion, Ethical Guidance and Designing A Dialogue Roadmap // SENIOR project (2009): [Электронный ресурс]. — 2016 г. — Режим доступа: [http://www.ifafiv.org/attachments/059\\_Report](http://www.ifafiv.org/attachments/059_Report). — Дата доступа: 26.09.2016.
12. Camarinha-Matos, L. A. Roadmapping Methodology for Strategic Research on VO / L. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh // Collaborative Networked Organizations. — Springer 2004. — с. 7.1.
13. Broek, V. D. Aalliance Ambient Assisted Living Roadmap / V. D. Broek, F. Cavallo, C. Wehrmann // IOS Press, Amsterdam. — 2010.
14. Broderick, A. The Veterans Health Administration: Taking Home Telehealth Services to Scale Nationally / A. Broderick // Case Studies in Telehealth Adoption. — January, 2013. — 12 p.
15. Василенко, Н. Ю. Социальная геронтология / Н. Ю. Василенко. — Издательство Дальневосточного университета. — 2003. — 140 с.

Поступила 30.09.2016

УДК 663.1-057-056.3-07

## ЛАБОРАТОРНАЯ АЛЛЕРГОДИАГНОСТИКА У РАБОТНИКОВ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ-ПРОДУЦЕНТОВ

*В. А. Филонюк, В. В. Шевляков, Г. И. Эрм, Е. В. Чернышова*

Научно-практический центр гигиены, г. Минск  
Минский инновационный университет

Разработан метод получения из бактерий промышленных штаммов *Bacillus subtilis* 494 и *Pseudomonas fluorescens* S 32 специфических тест-аллергенов, использование которых в лабораторной аллергодиагностике позволило установить выраженную и распространенную (85,7 % «обследованных» лиц) индукцию в организме работников биотехнологического производства гиперчувствительности замедленно-немедленного типа профессиональной полимикробной этиологии.

**Ключевые слова:** микроорганизмы-продуценты, метод получения бактериальных аллергенов, диагностика профессиональной аллергии, работники биотехнологических производств.

## LABORATORY ALLERGOLOGICAL DIAGNOSTICS IN WORKERS EXPOSED TO OCCUPATIONAL EFFECTS OF INDUSTRIAL STRAINS OF BACTERIA-PRODUCERS

*V. A. Filanyuk, V. V. Shevlaykov, G. I. Erm, E. V. Chernyshova*

Scientific Practical Centre of Hygiene, Minsk  
Minsk Innovation University

We have developed a method for obtaining specific test allergens from bacteria of industrial strains *Bacillus subtilis* 494 and *Pseudomonas fluorescens* S 32, whose use in laboratory allergological diagnostics has made it possible to establish significant and widespread (85.7% of the surveyed persons) induction of hypersensitivity of delayed-immediate type of professional polymicrobial etiology in the organism of workers of biotechnological enterprises.

**Key words:** microorganisms-producers, method of obtaining bacterial allergens, diagnostics of occupational allergy, workers of biotechnological enterprises.

### Введение

При производстве и использовании промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов и микробных препаратов на их основе возможно загрязнение ими производственной среды, выделение в воздух рабочей зоны с вредным действием на здоровье работников.

Большинство изученных промышленных штаммов микроорганизмов проявляют в экспериментах сильную и выраженную сенсибилизирующую способность [1], поскольку за счет гетероантигенности полисахаридо-белковых ком-

плексов они являются облигатными аллергенами. Поэтому при ингаляционном поступлении микроорганизмов в организм работников биотехнологических производств (БП) в основном формируются аллергические и иммунотоксические эффекты. Действительно, среди работников, профессионально контактирующих с промышленными штаммами микроорганизмов-продуцентов, установлена довольно высокая распространенность субъективных и объективных признаков заболеваний, которая в 2,8–16 раз превышает аналогичную в группе сравнения ( $p < 0,05$ —

0,001). При этом выявленные нарушения в основном имеют типичную и характерную аллергическую направленность, полисистемность и сочетанность, закономерно возрастают с увеличением профессионального стажа работников, что характеризует их как производственно обусловленные [2].

Для подтверждения профессионального характера аллергии у работников биотехнологических производств необходимо провести аллергодиагностику с использованием тест-аллергена из конкретного промышленного штамма микроорганизма, с которым работники имеют производственный контакт.

Для выявления аллергии на микробные антигены невозможно использовать жизнеспособные микроорганизмы, поскольку при этом выявляются специфические гуморальные и клеточные аллергические реакции только на поверхностные (мембранные) антигены микробной клетки [3, 4]. Поэтому для определения в организме аллергических процессов микробной этиологии в методах аллергодиагностики используют полный антиген микроорганизма — стандартизированный растворимый тест-аллерген в виде коммерческих диагностических препаратов с гарантированной специфичностью и активностью. Однако такие диагностические препараты производят, во-первых, только для ограниченного круга и наиболее распространенных видов микроорганизмов, а для промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов они, как правило, отсутствуют, и, во-вторых, их применение далеко не всегда экономически обоснованно ввиду высокой стоимости диагностикума.

#### **Цель исследования**

Разработать метод получения бактериальных аллергенов в лабораторных условиях и использовать полученные тест-аллергены для диагностики гиперчувствительности организма работников, формирующейся на воздействие конкретного промышленного штамма микроорганизма-продуцента.

#### **Материал и методы**

Для выявления особенностей проявлений и механизмов специфического вредного действия производственного микробного фактора на организм работников БП необходимо было получить тест-аллергены из промышленных штаммов бактерий *Bacillus subtilis* 494 (*B.s.*) и *Pseudomonas fluorescens* S 32 (*Ps.f.*), входящих в состав микробных препаратов «Бактоген» и «Стимул», производимых открытым акционерным обществом «Бобруйский завод биотехнологий» (г. Бобруйск, Республика Беларусь).

Культурально-морфологические признаки *B.s.* — палочковидные с закругленными краями, грамположительные, спорообразующие,

подвижные бактерии. На агаризованных средах (мясо-пептонный агар, Спицайзена) через 24–36 ч образуют округлые, беловато-серые, складчатые, с неровными лопастными концами, матовые и непрозрачные колонии диаметром 3–4 мм.

*Ps.f.* является природным почвенным микроорганизмом, представлен бактериальными грамтрицательными палочками с закругленными концами, размером  $0,6 \times 2-3$  мкм, обладающими 2–4 монополярно расположенными жгутиками, не образующими спор и капсул, на минеральной среде продуцируют желто-зеленый флуоресцирующий пигмент. Облигатный аэроб, оптимум pH среды культивирования 6,8–7,3 при температуре +28–30 °С. Колонии на агаризованных питательных средах серовато-белого цвета, однородные, гладкие, круглые, плоские с ровными краями, размером 2–3 мм.

Из множества методов получения растворимых аллергенов из корпускулярных микроорганизмов нами выбран в качестве аналога метод щелочного экстрагирования по В. Ф. Руновой [5], который характеризуется доступностью постановки по используемым реактивам, оборудованию и технологии, более высоким выходом активных белоксодержащих антигенных фракций [4].

Для оценки специфичности, антигенной обособленности (отграничения от перекрестных «родственных» антигенных детерминант), антигенной чистоты полученных бактериальных тест-аллергенов выполнен эксперимент по известной альтернативной методике [6] сенсибилизации беспородных белых мышей путем внутрикожного введения в основание хвоста экстракта из *B.s.* (1-я опытная группа — 8 животных) и экстракта из *Ps.f.* (2-я опытная группа — 8 животных) в дозе по 100 мкг по белку в объеме 60 мкл в смеси 1:1 с полным адьювантом Фрейнда на каждое животное. Животным контрольной группы (8 животных) аналогично вводилась смесь полного адьюванта Фрейнда с физиологическим раствором хлорида натрия.

Выявление сенсибилизации проводили на 6-е сутки опыта провокационным внутрикожным тестом опухания лапы (ВТОЛ) при введении всем животным в коллатеральные лапы разрешающей дозы по 40 мкл каждого тест-аллергена и учете гиперчувствительности замедленного типа (ГЗТ) по степени опухания лапы через 24 ч после провокационной пробы.

Углубленному аллергологическому «обследованию» с их информированного согласия подвергли 35 работников производства биопрепаратов (открытое акционерное общество «Бобруйский завод биотехнологий»), профессионально контактирующих с *B.s.* и *Ps.f.* Выполнили постановку рутинных, дешевых в постановке, но вместе с тем информативных ла-

бораторных методов и тестов алергодиагностики [6, 7] с использованием полученных бактериальных аллергенов для специфической стимуляции лейкоцитов крови работников указанного предприятия. В качестве группы сравнения выступили работники того же предприятия из числа специалистов административно-управленческого персонала, которые не подвергались профессиональному контакту с микробным производственным фактором (далее – группа сравнения местная).

Результаты исследования подвергались статистической обработке общепринятыми методами биометрии и непараметрической статистики с использованием ПК и прикладных программ «Биостатистика», «Microsoft Excel», Stadia 6.5G/prof. в сравнении результатов опыта с показателями контроля и нормативных величин.

#### **Результаты и их обсуждение**

Для приготовления тест-аллергенов, пригодных для постановки лабораторных методов алергодиагностики с кровью работников биотехнологических производств, использовали экстракты из бактерий штаммов *Bacillus subtilis* 494 (*ЭВ.с.*) и *Pseudomonas fluorescens* S 32 (*ЭPs.f.*), входящих в состав производимых в Республике Беларусь микробных препаратов «Бактоген» и «Стимул». Метод получения бактериальных аллергенов основан на инактивации и разрушении клеточных мембран бактериальных клеток ультразвуком, щелочном экстрагировании из клеток и выделении из экстрактов белоксодержащих антигенных фракций, стандартизации полученных тест-аллергенов и их экспериментальной проверке на специфичность, антигенную обособленность и антигенную чистоту.

Выращенную на скошенной плотной питательной среде культуру исследуемого штамма бактерий (полученных из Коллекции промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов Белорусского государственного университета) смывали 1 см<sup>3</sup> стерильного физиологического раствора с последующим объединением проб в одну пробирку в общем объеме до 8 см<sup>3</sup> в максимально возможной концентрации бактериальных клеток (10<sup>11-12</sup> микробных клеток/см<sup>3</sup> (м.кл./см<sup>3</sup>) и более).

Поскольку полученная бактериальная клеточная масса суспензирована в физиологическом растворе, то ее в отличие от начального этапа прототипного способа не подвергали инактивации ацетоном и последующей вакуумированной сушке, так как это может привести к деструкции белка и утрате активных антигенных детерминант. Поэтому полученную концентрированную суспензию бактерий инактивировали с одновременным разрушением мембран клеток дезинтегрированием ультразвуком мощностью 140 Вт, частотой 35 кГц в

течение 30 мин при постоянном охлаждении (добавление льда в ультразвуковую ванну).

Для проведения щелочной экстракции каждую инактивированную бактериальную культуру разливали дозатором по 1 см<sup>3</sup> в пластиковые центрифужные пробирки, добавляли в каждую по 6 см<sup>3</sup> 1% водного раствора КОН и экстрагировали в течение суток при комнатной температуре с регулярным перемешиванием.

Осадки удаляли центрифугированием при 10 000 оборотов/мин и температуре +5 °С в течение 1 ч, затем оба экстракта переносили в другие пластиковые центрифужные пробирки. С целью выделения из экстрактов белоксодержащих антигенных фракций вносили в пробирки 50 % водный раствор уксусной кислоты из расчета по 0,2 см<sup>3</sup> на 1 см<sup>3</sup> каждого экстракта, перемешивали и в течение 2 часов выдерживали в холодильнике при температуре +5–6 °С. Образующиеся преципитаты отделяли центрифугированием при 6000 оборотов/мин в течение 30 мин и растворяли каждый в 5 см<sup>3</sup> стерильного физиологического раствора хлорида натрия, измеряли рН и, подщелачивая содовым раствором, доводили рН раствора каждого преципитата до 7,2–7,4.

Стандартизацию полученных бактериальных тест-аллергенов проводили путем определения в них методом Лоури содержания белка и перевода его в международные единицы белкового азота PNU (1 единица белкового азота PNU соответствует 0,06 мкг белка). Содержание белка в полученных бактериальных аллергенах составило для *ЭВ.с.* — 128 мкг/см<sup>3</sup> (2133,3 PNU), для *ЭPs.f.* — 88 мкг/см<sup>3</sup> (1467 PNU).

В эксперименте на белых мышах в стандартных условиях моделирования воспроизведения и выявления сенсibilизации, выполненных для оценки специфичности, антигенной обособленности и антигенной чистоты полученных бактериальных тест-аллергенов, получены следующие результаты прямого и перекрестного тестирования (таблица 1).

У всех животных 1-й опытной группы на внутрикожное введение *ЭВ.с.* выявлена выраженная сенсibilизация, которая по абсолютному показателю провокационной внутрикожной пробы превышала уровень у животных контрольной группы на 235,5 % ( $p < 0,01$ ), а относительный показатель ВТОЛ в 6 раз был выше контрольной величины ( $p < 0,01$ ).

Индукция ГЗТ установлена и у всех животных 2-й опытной группы, сенсibilизированных *ЭPs.f.*, с высокодостоверными показателями ВТОЛ по отношению к контролю ( $p < 0,01$ ). Следовательно, оба полученных тест-аллергена вызывают выраженную алергизацию организма. Причем уровни формируемой ГЗТ у животных опытной группы на бактериальный аллерген

*ЭPs.f.* несколько превышали таковые на *ЭB.s.*, но разница была статистически недостоверна.

С учетом критериев классификационной оценки степени сенсибилизирующей способности и аллергенной опасности веществ биологической природы [6] полисахариδο-белковые антигенные комплексы бактерий *B.s.* и *Ps.f.* диф-

ференцированы как обладающие сильной аллергенной активностью (1-й класс аллергенной опасности), так как вызывают сенсибилизацию всех животных соответствующих опытных групп с достоверным отличием средних величин кожных реакций по сравнению с контролем при  $p < 0,01$  по критерию «X».

Таблица 1 — Частота и выраженность показателей провокационной пробы у белых мышей, сенсибилизированных полученными бактериальными аллергенами

Показатели, ед. измерен.	Группы сравнения (M ± m)		
	Контрольная, n = 8	1-я опытная — <i>ЭB.s.</i> , n = 8	2-я опытная — <i>ЭPs.f.</i> , n=8
ГЗТ по ВТОЛ на аллергены:			
— <i>ЭB.s.</i> :			
10 <sup>-2</sup> мм	8,62 ± 1,24	20,3 ± 2,85***	9,50 ± 1,35
Н	2/8	8/8	3/8
Балл	0,25 ± 0,16	1,50 ± 0,27***+	0,38 ± 0,18
— <i>ЭPs.f.</i> :			
10 <sup>-2</sup> мм	10,4 ± 1,30	13,1 ± 1,73	24,1 ± 2,66***
Н	3/8	4/8	8/8
Балл	0,38 ± 0,18	0,50 ± 0,19	1,88 ± 0,30***+

Примечание. \*\*\* — Достоверные различия с контролем при  $p < 0,001$  по критерию t Стьюдента; (+) — достоверные различия с контролем при  $p < 0,01$  по критерию «X»; Н: числитель — количество животных с положительными результатами ВТОЛ, знаменатель — всего в группе

Перекрестное тестирование животных 1-й опытной группы чужеродным аллергеном *ЭPs.f.* сопровождалось слабо положительными (не более 1 балла) провокационными кожными реакциями только у отдельных особей (4 из 8). Полагаем, что эти результаты имеют неспецифический характер (природу), поскольку положительные провокационные кожные реакции той же интенсивности регистрировались и у 3 из 8 контрольных животных с мало различающимися уровнями абсолютного и относительного показателей ВТОЛ. Подобные же результаты перекрестного тестирования бактериальным аллергеном *ЭB.s.* получены и у животных 2-й опытной группы.

Следовательно, полученные разработанным нами методом щелочного экстрагирования растворимые аллергены из бактерий штаммов *Bacillus subtilis* 494 и *Pseudomonas fluorescens* S 32 являются специфичными и антигенно обособленными, не включают посторонние антигены и могут использоваться для лабораторных методов аллергодиагностики у работников, профессионально контактирующих с указанными штаммами бактерий и содержащими их микробными препаратами.

Полагаем, что разработанный нами метод щелочного экстрагирования является универсальным и может использоваться в случаях с другими бактериальными (не грибковыми!) микроорганизмами. Для получения растворимых аллергенов из микроорганизмов грибковой природы на примере промышленного штамма

дрожжевых грибов *Saccharomyces cerevisiae* нами ранее обоснован метод получения грибковых тест-аллергенов [9].

Полученные бактериальные тест-аллергены использовали в лабораторных аллергодиагностических методах для стимуляции клеточных элементов крови работников БП, в процессе трудовой деятельности подвергающихся воздействию микробных препаратов «Бактоген» и «Стимул», в состав которых входят бактерии *B.s.* и *Ps.f.*

Реакциями специфического лизиса лейкоцитов (РСЛЛ), НСТ-теста (РСНСТ), иными тестами установлена высокая распространенность среди «обследованных» работников сенсибилизации на бактериальные аллергены (таблица 2). В частности, она составляла в РСЛЛ 57,6 % — на *ЭB.s.* и значительно более высокую — на тест-аллерген *ЭPs.f.* (80,6 %), при этом уровни специфического лизиса лейкоцитов при их стимуляции соответствующими бактериальными тест-аллергенами у работников БП почти вдвое превышали таковые в группе сравнения (соответственно, на 237,6 и 217,4 %,  $p < 0,001$ ).

При предварительной инкубации Т-лимфоцитов крови работников БП с бактериальными тест-аллергенами удельный вес и количество аллергенстимулированных Т-лимфоцитов было незначительно ниже общего содержания Т-лимфоцитов (Е-РОК). Соответственно, и индексы специфической ингибиции Е-розеткообразования лимфоцитов бактериальными тест-аллергенами были близки к 1.

Таблица 2 — Показатели алергизации организма работников, подвергающихся воздействию производственного микробного фактора

Показатели	Ед. изм.	Группы сравнения (М ± m)	
		работники БП (n = 35)	группа сравнения местная (n = 20)
1	2	3	4
РСЛЛ на тест-аллергены: ЭВ.с. — частота	%	57,6 ± 8,60***	3,13 ± 3,08
— уровень	%	15,3 ± 2,01***	6,44 ± 1,15
ЭPs.f. — частота	%	80,6 ± 7,10***	9,27 ± 4,83
— уровень	%	23,7 ± 2,95**	10,9 ± 2,22
Т-лимфоциты (Т-лф) алергенстимулированные (Тас):			
ЭВ.с.	%	24,5 ± 1,29	—
- // -	10 <sup>9</sup> /л	0,57 ± 0,033	—
ЭPs.f.	%	23,7 ± 1,22	—
- // -	10 <sup>9</sup> /л	0,57 ± 0,031	—
Индекс ингибиции (Т-лф/Тас): ЭВ.с.			
ЭPs.f.	усл. ед.	0,98 ± 0,03	—
ЭPs.f.	усл. ед.	0,99 ± 0,04	—
Доля лиц с понижен. Е-РОКас: ЭВ.с.			
ЭPs.f.	%	47,1 ± 8,56	—
ЭPs.f.	%	52,9 ± 8,56	—
РСНСТ на тест-аллергены:			
ЭВ.с. — показатель специфич. восст.	%	24,0 ± 2,40**	13,4 ± 1,82
— индекс стимуляции (ИС)	усл. ед.	1,09 ± 0,02***	0,96 ± 0,01
— доля лиц со сверхнормативным ИС	%	85,7 ± 5,91***	10,0 ± 6,71
ЭPs.f. — показатель специфич. восст.	%	31,3 ± 4,16**	18,9 ± 1,98
— индекс стимуляции (ИС)	усл. ед.	1,16 ± 0,04***	0,97 ± 0,01
— доля лиц со сверхнормативным ИС	%	88,6 ± 5,37***	15,0 ± 7,98
— доля лиц со сверхнормативным ИС на оба бактериальных алергена	%	85,7+5,91	—

\*\* — Достоверные различия с группой сравнения при  $p < 0,01$  по критерию t Стьюдента; \*\*\* — достоверные различия с группой сравнения при  $p < 0,001$  по критерию t Стьюдента

В то же время из числа «обследованных» работников БП у 47,1 % на тест-аллерген ЭВ.с. и у 52,9 % на тест-аллерген ЭPs.f. установлена ингибиция Е-розеткообразования алергенстимулированных лимфоцитов. Это свидетельствует о том, что у данных лиц циркулируют в крови сенсibilизированные лимфоциты, так как предварительное связывание тест-аллергенами специфических мембранных рецепторов Т-лимфоцитов приводит к угнетению Е-розеткообразования [8]. Особенно значимо такое угнетение у 11,8 % «обследованных» работников на ЭВ.с. (с индексом ниже  $M_{\text{контр.}} - 1\sigma = 0,81$ ) и у 17,6 % — на алерген ЭPs.f. (с индексом ниже  $M_{\text{контр.}} - 1\sigma = 0,79$ ), подтверждающее высокий уровень сенсibilизации работников БП бактериальными алергенами с формированием клеточноопосредованного типа алергических реакций.

При стимуляции гранулоцитов крови в РСНСТ бактериальными тест-аллергенами у «обследованных» работников установлено значимое повышение относительного показателя восстановления НСТ на ЭВ.с. и ЭPs.f. — на 180,6 и 165,6 % соответственно по отношению к группе сравнения ( $p < 0,01$ ). При этом интегральный показатель специфического повыше-

ния кислородного метаболического уровня в гранулоцитах крови в НСТ-тесте — индекс стимуляции на оба бактериальных алергена также значимо был выше у работников БП ( $p < 0,001$ ), что свидетельствует о выраженной алергизации их организма антигенами промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов по механизмам смешанного типа алергических реакций. Причем сверхнормативные уровни индекса стимуляции на тест-аллергены ЭВ.с. (с ИС выше  $M_{\text{контр.}} + 1\sigma = 1,0$ ) и ЭPs.f. (с ИС выше  $M_{\text{контр.}} + 1\sigma = 1,02$ ) регистрировались, соответственно, у 85,7 и 88,6 % «обследованных» работников БП ( $p < 0,001$ ) по отношению к группе сравнения). Причем, у 85,7 % «обследованных» работников БП выявлены сверхнормативные уровни индекса стимуляции одновременно на оба бактериальных алергена, что свидетельствует о распространенном формировании в их организме алергических процессов полимикробной этиологии.

Следовательно, воздействие производственного микробного фактора в виде аэрозолей гетероантигенов различных промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов вызывает выраженную и распространенную (более 85 % «обследованных» лиц) индукцию в организме

работников биотехнологических производств гиперчувствительности смешанного замедленно-немедленного типа полимикробной этиологии, вероятно, и определяющую у них высокую частоту проявлений аллергического процесса профессионального характера.

На основании анализа литературных источников по проблеме и выполненных экспериментальных исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Использование разработанного нами метода щелочного экстрагирования позволяет получить из бактерий штаммов *Bacillus subtilis* 494 и *Pseudomonas fluorescens* S 32 растворимые полные антигены, входящие в состав изготавливаемых на биотехнологическом производстве микробных препаратов «Бактоген» и «Стимул». В экспериментах доказано, что полученные бактериальные тест-аллергены, стандартизированные по белку, являются специфичными и антигенно обособленными, не включают посторонние антигены и могут использоваться для лабораторной алергодиагностики у работников, профессионально контактирующих с указанными штаммами бактерий и содержащими их микробными препаратами.

2. Воздействие производственного микробного фактора в виде аэрозолей различных промышленных штаммов микроорганизмов вызывает выраженную и распространенную (85,7 % «обследованных» лиц) индукцию в организме работников биотехнологического производства микробной полисенсibilизации с формированием механизмов аллергических реакций преимущественно клеточноопосредованного, комплементзависимого цитотоксического и иммунокомплексного типов, вероятно, и определяющую у работников БП высокую частоту проявлений аллергического процесса.

3. Материалы настоящего исследования наряду с ранее разработанным методом [9] использованы при подготовке нового метода оказания медицинской помощи (медицинской

профилактики) «Иммуно- и алергодиагностика профессиональных аллергических заболеваний у работников, контактирующих с промышленными штаммами микроорганизмов-продуцентов», утвержденного заместителем Министра здравоохранения — Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 08.12.2015 г. [10].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические подходы к определению степени сенсibilизирующей способности и аллергенной опасности микроорганизмов-продуцентов и микробных препаратов / В. В. Шевляков [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С. И. Сычик. — Минск: РНМБ, 2014. — Т. 1, Вып. 24. — С. 131–134.
2. Состояние здоровья работников биотехнологических производств / В. В. Шевляков [и др.] // Вестник Витебского государственного медицинского университета. — 2014. — Т. 13, № 3. — С. 127–138.
3. Петров, Р. В. Оценка иммунного статуса человека в норме и при патологии / Р. В. Петров, Р. М. Хаитов, Б. В. Пинегин // Иммунология. — 1994. — № 6. — С. 6–9.
4. Фрадкин, В. А. Аллергены / В. А. Фрадкин. — М.: Медицина, 1978. — 256 с.
5. Вершигора, А. Е. Микробная аллергия / А. Е. Вершигора. — Киев: Здоров'я, 1971. — С. 87–96.
6. Требования к постановке токсиколого-аллергологических исследований при гигиеническом нормировании белоксодержащих аэрозолей в воздухе рабочей зоны: метод. указания № 11-11-10-2002 / В. В. Шевляков [и др.] // Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии. — Минск, 2004. — Ч. XIV. — С. 4–49.
7. Экспериментальное обоснование ПДК микроорганизмов-продуцентов и содержащих их готовых форм препаратов в объектах производственной и окружающей среды: метод. указания № 5789/1-91 / О. Г. Алексеева [и др.]; М-во здравоохран. СССР. — М.: Инф.-изд. Центр Госкомсанэпиднадзора России, 1993. — 20 с.
8. Червинская, Т. А. Влияние аллергенов на способность Т-лимфоцитов крови к розеткообразованию у больных бронхиальной астмой / Т. А. Червинская, П. Ю. Лейшите // Иммунология. — 1991. — № 1. — С. 30–32.
9. Шевляков, В. В. Лабораторный метод получения и оценка эффективности применения в алергодиагностике тест-аллергена из промышленного штамма дрожжевых грибов *Saccharomyces cerevisiae* / В. В. Шевляков, В. А. Филонюк, Г. И. Эрм. — Научно-практический журнал «Медико-биологические проблемы жизнедеятельности». — 2015. — № 2 (14). — С. 94–100.
10. Иммуно- и алергодиагностика профессиональных аллергических заболеваний у работников, контактирующих с промышленными штаммами микроорганизмов-продуцентов: инструкция по применению № 020-1215, утв. МЗ Респ. Беларусь 08.12.2015 / НПЦ гигиены; сост. В. А. Филонюк [и др.]. — Минск, 2015. — 10 с.

Поступила 01.09.2016

УДК 572.511:616-053.3

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ШИРОТНЫХ И ОБХВАТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕЛА ГОРОДСКИХ ШКОЛЬНИКОВ

С. М. Зиматкин, Я. Р. Мацюк, С. Н. Мельник,  
А. А. Козловский, А. В. Сокол

Гродненский государственный медицинский университет  
Гомельский государственный медицинский университет  
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

В результате проведенного обследования городских школьников в возрасте от 7 до 17 лет установлено, что периоды максимальных приростов обхватных и широтных размеров тела у мальчиков фиксировались в возрастном интервале с 10 до 11 лет, поперечного диаметра грудной клетки — с 15 до 16 лет, а сагиттально — с 13 до 14 лет. Среди девочек наиболее интенсивный период увеличения обхватных размеров тела,