

## БІЯЛАГІЧНЫЯ НАВУКІ

УДК 556.11 (476.2)

**Е. А. Бодяковская**

Кандидат ветеринарных наук, доцент,  
доцент кафедры природопользования и охраны природы,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

**АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КОЛОДЕЗНОЙ ВОДЫ  
ИЗ ДЕРЕВЕНЬ ЖЛОБИНСКОГО РАЙОНА**

*В статье представлены результаты определения физических и химических показателей качества питьевой воды, отобранной из колодцев деревень Жлобинского района в разные сезоны года. Все показатели качества воды, отобранной из колодцев населенных пунктов Жлобинского района в разные сезоны года, за исключением цветности, соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения. Уровень цветности превышал требования СанПиН в пробах воды из агрогородка Коротковичи в летний период и деревни Заболотье в весенний период в 2,3 раза, деревни Дуброва и деревни Слободка в весенний период соответственно в 1,6 раза и 1,4 раза. Высокая цветность воды, скорее всего, носит биологический характер, из-за разложения растительных остатков и синтеза микроорганизмами гумуса.*

*Ключевые слова:* питьевая вода, Жлобинский район, цветность, мутность, концентрация ионов водорода (рН), общая жесткость, сухой остаток, содержание хлоридов, сульфатов.

**Введение**

**Вода** – единственное вещество, встречающееся в огромных количествах в естественных условиях во всех трёх агрегатных состояниях: твёрдом, жидком и газообразном. Покрывая около трёх четвертей поверхности нашей планеты, вода является колыбелью жизни на земле. Но из-за постоянного внешнего загрязнения от бытовых, промышленных и сельскохозяйственных источников происходит ухудшение качества воды. Одна из главных экологических проблем человечества – качество питьевой воды, которая напрямую связана с состоянием здоровья населения, экологической чистотой продуктов питания, с разрешением проблем медицинского и социального характера [1]–[4].

В целом для Республики Беларусь свойственны маломинерализованные подземные воды преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава, которые на участках, не испытывающих хозяйственного загрязнения, в основном, удовлетворяют общим требованиям европейского и белорусского стандартов. Вместе с тем, известны обширные территории, где их качество не соответствует указанным стандартам из-за высокого содержания железа, реже марганца, бора, а также практически повсеместного дефицита фтора и йода. В связи с этим становится актуальным постоянное исследование употребляемой в пищу человеком воды, особенно нецентрализованного водоснабжения [5]–[7].

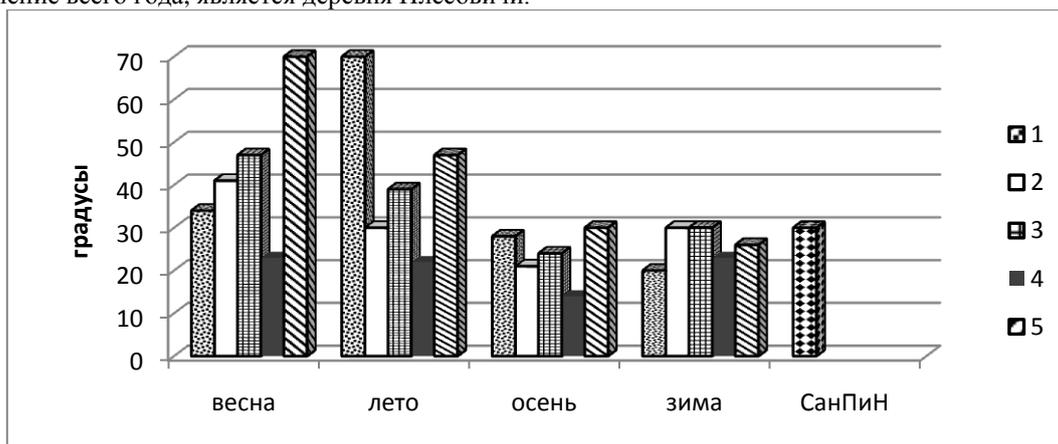
**Цель работы** – изучить динамику физических и химических показателей качества колодезной воды населенных пунктов Жлобинского района по сезонам года.

**Материал и методика исследований.** Исследования по определению химического состава колодезной воды проводились в весенний, летний, осенний и зимний периоды в деревнях Жлобинского района: Коротковичи, Слободка, Дуброва, Плесовичи и Заболотье. Пробы колодезной воды отбирались в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51593-2001 Вода питьевая. Отбор проб [8]. Нормативные показатели качества воды приведены согласно Санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам «Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения» [9]. Определение гидрохимических показателей выполнено согласно стандартным методикам [10] в ГУ «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды», аккредитованном для выполнения подобных исследований. В воде определялись: запах, привкус, цветность, мутность, концентрация ионов водорода (рН), сухой остаток, общая жесткость, содержание сульфатов, хлоридов. Статистическая обработка данных выполнена в стандартном пакете Excel.

### Результаты исследований и их обсуждение

Доброкачественная вода является показателем высокого санитарного благополучия и жизненного уровня населения. Химически чистая вода совершенно лишена вкуса и запаха. Однако в природе такая вода не встречается – она всегда содержит в своем составе растворенные вещества. По мере роста концентрации неорганических и органических веществ, вода начинает принимать тот или иной привкус и/или запах. С научной точки зрения, запах и привкус – свойство веществ вызывать у человека и животных специфическое раздражение рецепторов слизистой оболочки носоглотки и языка. Основными причинами возникновения привкуса и запаха в воде являются: гниющие растения, грибки и плесень, железистые и сернистые бактерии, железо, марганец, медь, цинк, поваренная соль, промышленные отходы, хлорирование воды. Согласно СанПиН [9], привкус и запах колодезной воды должен быть не более 3 баллов. Во всех образцах колодезной воды, отобранных в разные сезоны года запах и привкус не ощущался, что свидетельствует о качестве воды.

Цветность воды характеризует наличие в ней гуминовых веществ, вымываемых из почвы. Эти вещества появляются в почве в результате разложения органических соединений, а также синтеза микроорганизмами особого вещества – гумуса. Сам по себе гумус коричневого цвета, поэтому вещества, входящие в его состав, придают воде коричневый окрас. Согласно санитарным требованиям, цветность колодезной воды не должна превышать  $30^\circ$  [9]. При анализе данного показателя было установлено, что в осенний и зимний периоды пробы воды из всех населенных пунктов соответствовали нормативу (рисунок 1). Единственным из населенных пунктов, где проводилось исследование, в котором уровень мутности соответствует требованиям СанПиН в течение всего года, является деревня Плесовичи.

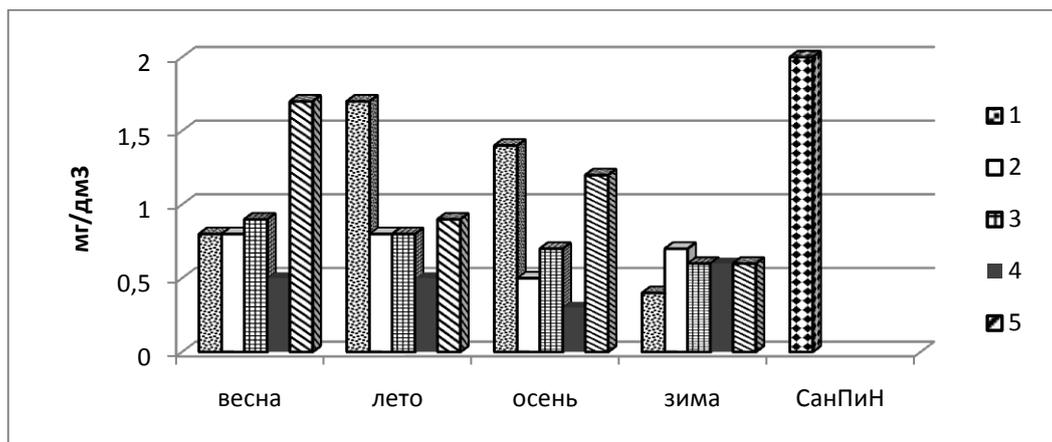


1 – д. Коротковичи, 2 – д. Слободка, 3 – д. Дуброва, 4 – д. Плесовичи, 5 – д. Заболотье, 6 – СанПиН  
Рисунок 1. – Показатель цветности колодезной воды населенных пунктов Жлобинского района по сезонам года

В образцах воды из других населённых пунктов наблюдалось превышение требований по цветности воды. Причем максимальное превышение отмечалось в весенний период в деревне Заболотье ( $70^\circ$ ), а летом – в деревне Коротковичи ( $70^\circ$ ).

На количество гуминовых веществ влияют: характер почвы, геологические условия, а также наличие поблизости с водоемом торфяников и болот. Высокая цветность воды, скорее всего, носит биологический характер, из-за разложения растительных остатков и синтеза микроорганизмами гумуса. Конкретных примеров об отрицательном влиянии воды с высокой цветностью на здоровье человека нет. Однако известно о сильном повышении проницаемости стенок кишечника под действием гуминовых кислот [11], [12].

Мутность характеризует наличие в воде частиц песка, глины, илистых частиц, планктона, водорослей и других механических примесей, которые попадают в нее в результате размыва дна и берегов реки, с дождевыми и тальными водами, со сточными водами и т. п. Мутность воды подземных источников, как правило, невелика и обуславливается взвесью гидроксида железа [11]. По санитарным нормам, мутность питьевой воды из колодцев должна быть не выше  $2 \text{ мг/дм}^3$  [9]. Анализ результатов показал, что во всех населенных пунктах в разные сезоны года колодезная вода соответствовала предъявляемым требованиям (рисунок 2).



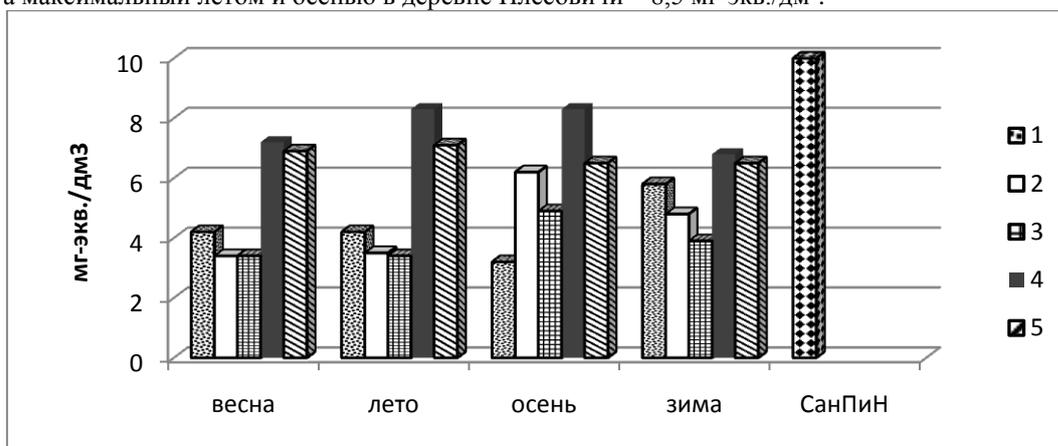
1 – д. Коротковичи, 2 – д. Слободка, 3 – д. Дуброва, 4 – д. Плесовичи, 5 – д. Заболотье, 6 – СанПиН  
 Рисунок 2. – Показатель мутности колодезной воды населенных пунктов Жлобинского района по сезонам года

При исследовании химических показателей качества колодезной воды было установлено, что в исследованных образцах колодезной воды во всех населенных пунктах значение pH во все периоды года не превышало санитарно-гигиенические требования (по СанПиН от 6,0 до 9,0 единиц). Как видно из таблицы, диапазон колебаний pH составил от 6,1 (весной и летом в деревне Слободка) до 8,0 единиц (осенью в деревне Заболотье).

Таблица – Значение pH колодезной воды в населенных пунктах Жлобинского района по сезонам года

Населенные пункты	Показатель	СанПиН	Весна	Лето	Осень	Зима
Коротковичи	pH, ед	6–9 ед	6,6	6,7	7,4	6,5
Слободка			6,1	6,1	7,2	6,3
Дуброва			6,8	6,7	7,3	6,6
Плесовичи			6,9	6,8	7,5	6,8
Заболотье			7,1	7,2	8,0	6,5

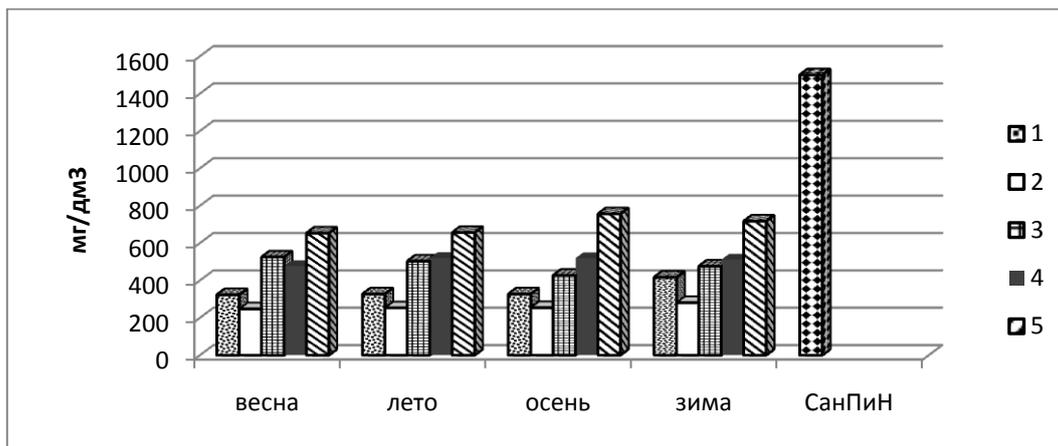
Содержание в воде катионов кальция и магния придает воде так называемую жесткость. При анализе данного показателя установлено, что все образцы питьевой воды, взятой в разные сезоны года, соответствовали требованиям СанПиН (рисунок 3). По санитарным нормам, жесткость питьевой воды из колодцев не должна превышать 10 мг-экв./дм<sup>3</sup> [9]. При этом минимальный уровень наблюдался осенью в агрогородке Коротковичи – 3,2 мг-экв./дм<sup>3</sup>, а максимальный летом и осенью в деревне Плесовичи – 8,5 мг-экв./дм<sup>3</sup>.



1 – д. Коротковичи, 2 – д. Слободка, 3 – д. Дуброва, 4 – д. Плесовичи, 5 – д. Заболотье, 6 – СанПиН  
 Рисунок 3. – Уровень общей жёсткости колодезной воды в деревнях Жлобинского района по сезонам года

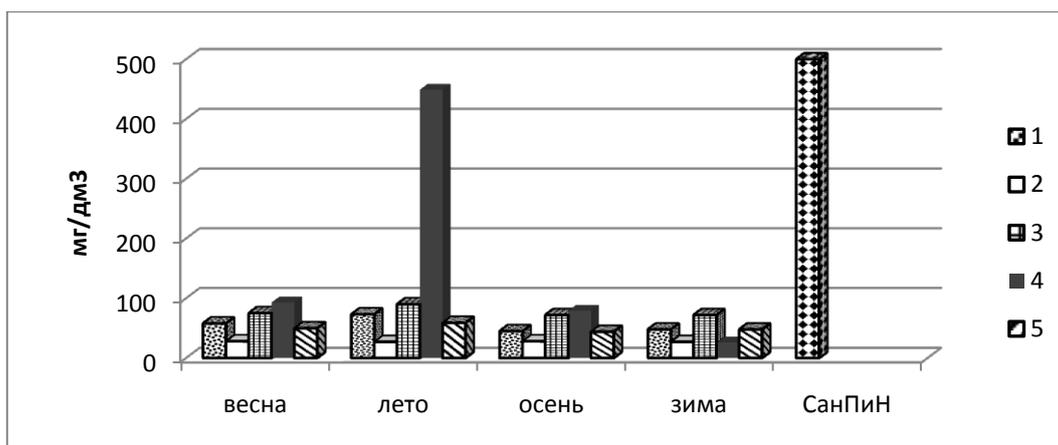
При определении уровня общей минерализации воды (сухой остаток) в образцах колодезной воды было установлено, что все пробы воды соответствовали санитарным нормам (рисунок 4), т. е. уровень не превышал  $1500 \text{ мг/дм}^3$ .

Сухой остаток представляет собой суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ. Варьирование данного показателя в каждой из деревень в течение года было незначительным. При этом минимальный уровень во все периоды года наблюдался в деревне Слободка (соответственно 247, 253, 252 и  $280 \text{ мг/дм}^3$ ), а максимальный – осенью в деревне Заболотье ( $756 \text{ мг/дм}^3$ ). Причем именно в деревне Заболотье в течение всего года данный показатель был выше, чем в других населенных пунктах Жлобинского района.



1 – д. Кортковичи, 2 – д. Слободка, 3 – д. Дуброва, 4 – д. Плесовичи, 5 – д. Заболотье, 6 – СанПиН  
Рисунок 4. – Уровень общей минерализации колодезной воды в деревнях Жлобинского района по сезонам года

В воде всегда в той или иной мере растворены различные вещества. При этом весьма существенную роль играют соли соляной и серной кислот (хлориды и сульфаты). При определении содержания сульфатов в колодезной воде было установлено, что во все сезоны года все пробы воды соответствовали нормативному показателю – до  $500 \text{ мг/дм}^3$  (рисунок 5). Минимальный уровень сульфатов во все периоды года отмечен в деревне Слободка – соответственно  $28 \text{ мг/дм}^3$ ,  $27 \text{ мг/дм}^3$ ,  $28 \text{ мг/дм}^3$  и  $27 \text{ мг/дм}^3$ . А максимальный – летом в деревне Плесовичи –  $449 \text{ мг/дм}^3$ , причем в этом населенном пункте этот показатель возрос в 4,8 раза относительно весны.



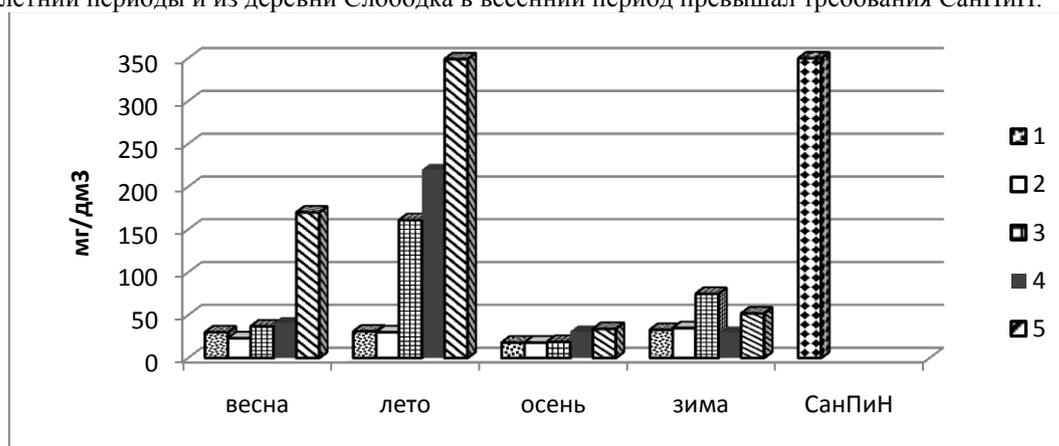
1 – д. Кортковичи, 2 – д. Слободка, 3 – д. Дуброва, 4 – д. Плесовичи, 5 – д. Заболотье, 6 – СанПиН  
Рисунок 5. – Концентрация сульфатов в колодезной воде деревень Жлобинского района по сезонам года

По данным Зенина А. А. и Белоусовой Н. В. [13], концентрация сульфатов в водах подвержена заметным сезонным колебаниям и обычно коррелирует с изменением общей минерализации воды. Важнейшим фактором, определяющим режим сульфатов, являются

меняющиеся соотношения между поверхностным и подземным стоками. Заметное влияние оказывают окислительно-восстановительные процессы, биологическая обстановка в водном объекте и хозяйственная деятельность человека. По нашему мнению, в летний период значительные количества сульфатов поступили в воду с подземным стоком в результате внесения весной удобрений на сельскохозяйственные поля и в процессе отмирания организмов и окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения. Серобактерии, занимающиеся преобразованием соединений серы в сероводород (а это сульфаты и сульфиды, которые находятся в воде), встречаются в иле, образующемся на дне колодца.

Уровень содержания хлоридов в питьевой воде во всех населенных пунктах во все периоды года соответствовал нормативным требованиям (рисунок 6). Однако важно отметить, что в деревнях Дуброва, Плесовичи и Заболотье в летний период уровень хлоридов резко возрос относительно весеннего периода, причем в последнем населенном пункте данный показатель приблизился к верхней границе санитарной нормы. Можно предположить, что весной на сельскохозяйственные поля вблизи данных населенных пунктов были внесены удобрения или же они были орошены животноводческими стоками, что привело к нарушению естественного гидрогеохимического фона подземных вод. Это выразилось в росте содержания в колодезной воде хлоридов. Самый низкий показатель уровня хлоридов осенью отмечался в деревне Слободка и агрогородке Коротковичи – по 18 мг/дм<sup>3</sup>.

Таким образом, анализируя полученные результаты, можно отметить, что все показатели качества воды, отобранной из колодцев населенных пунктов Жлобинского района, в разные сезоны года, за исключением цветности, соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения. Уровень цветности в пробах воды из агрогородка Коротковичи, деревень Дуброва и Заболотье в весенний и летний периоды и из деревни Слободка в весенний период превышал требования СанПиН.



1 – д. Коротковичи, 2 – д. Слободка, 3 – д. Дуброва, 4 – д. Плесовичи, 5 – д. Заболотье, 6 – СанПиН

Рисунок 6. – Концентрация хлоридов в колодезной воде деревень Жлобинского района по сезонам года

Причем максимальное превышение отмечалось в весенний период в деревне Заболотье (70°), а летом – в деревне Коротковичи (70°). Высокая цветность воды, скорее всего, носит биологический характер из-за разложения растительных остатков и синтеза микроорганизмами гумуса.

#### Выводы

1. Все показатели качества воды, отобранной из колодцев населенных пунктов Жлобинского района, в разные сезоны года, за исключением цветности, соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения.

2. Уровень цветности превышал требования СанПиН в пробах воды из агрогородка Коротковичи в летний период и деревни Заболотье в весенний период в 2,3 раза, деревни Дуброва и деревни Слободка в весенний период соответственно в 1,6 раза и 1,4 раза. Высокая цветность воды, скорее всего, носит биологический характер из-за разложения растительных остатков и синтеза микроорганизмами гумуса.

#### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Батмангхелидж, Ф. Вода для здоровья / Ф. Батмангхелидж. – Минск : Попурри, 2004. – 88 с.
2. Зуев, В. Н. Изучение и охрана водных объектов / В. Н. Зуев. – Минск : Орех, 2006. – 70 с.

3. Лебедев, В. М. Как получить хорошую питьевую воду / В. М. Лебедев // Вестник. – 2003. – № 12. – С. 7–9.
4. Валетов, В. В. К вопросу о гидрохимической оценке состояния родников Мозырского района / В. В. Валетов, Н. А. Лебедев, И. М. Шиманская // Природные ресурсы Национального парка «Припятский» и других особо охраняемых природных территорий Беларуси: изучение, сохранение, устойчивое использование : сб. науч. тр. / ГПУ НП «Припятский» ; редкол.: В. И. Парфенов (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – С. 47–49.
5. Засименко, В. В. Получение полноценной питьевой воды – проблема национальной безопасности // Водный доктор [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа : <http://www.wdprofi.ru/ru/need-to-know/articles-and-publications/384-2011-02-14-12-56-12.html>. – Дата доступа : 18.02.2013.
6. Кудельский, А. В. Подземные воды Беларуси как источник жизнеобеспечения и технологических проблем / А. В. Кудельский, В. И. Пашкевич // *Аквабел* [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа : <http://aquaby.by/index.php/news/275/56/podzemnye-vody-belarusi-kak-istochnik-zhizneobespecheniya-i-tehnologicheskikh-problem.html>. – Дата доступа : 08.02.2013.
7. Станкевич, Р. А. Картирование качественных показателей подземных источников водоснабжения – актуальная задача в Беларуси / Р. А. Станкевич // Белорусский геологический портал [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа : <http://geology.by/-q-q/673-art1.html>. – Дата доступа : 08.02.2013.
8. Вода питьевая. Отбор проб: СТБ ГОСТ Р 51593-2001. – Введ. 01.11.2002. – Минск : Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2001. – 12 с.
9. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения» : Постановление № 105. – Введ. 02.08.2010. – Минск : М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2011. – 20 с.
10. Вода питьевая. Общие требования к организации методов контроля качества : СТБ 1188-99. – Введ. 01.07.2000. – Минск : Госстандарт: Гос. стандарт Респ. Беларусь, 2006. – 20 с.
11. Позин, С. Г. Качество воды источников нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в 1994 и 2009 годах / С. Г. Позин // Военная медицина. – 2011. – № 2. – С. 92–95.
12. Позин, С. Г. О некоторых направлениях обеспечения безопасности воды для здоровья населения Республики Беларусь / С. Г. Позин, Т. В. Амвросьева, В. И. Ключенович // Военная медицина. – 2006. – № 1. – С. 90–93.
13. Зенин, А. А. Гидрохимический словарь / А. А. Зенин, Н. В. Белоусова. – Л. : Гидрометеозидат, 1988. – 56 с.

*Поступила в редакцию 04.03.16*

E-mail: bea5555@yandex.by

Е. А. Bodyakovskaya

#### QUALITY INDICATOR ANALYSIS OF RURAL WELL WATER IN ZHLOBIN DISTRICT

The article is devoted to determination of physical and chemical indicators of well water quality which was collected from the village wells in Zhlobin region in various seasons. All quality indicators except for color index have satisfied the hygiene requirements to quality of water from non-centralized drinking water consumption sources. According to Sanitary Rules and Regulations there was twofold exceed in water color index in the samples collected in Agro-town Korotkovichi in summer and three-fold exceed in Zaboloty village in spring; there was 1,6 exceed in Dubrava village and 1,4 exceed in Slobodka village. High level of water color index is characterized by biological factors, such as plant residues breaking down and humus synthesis by microorganisms.

Keywords: drinking water, Zhlobin region, water color, turbidity, concentration of hydrogen ions (pH), total hardness, dry residue, content of chloride and sulfates.

УДК 616-071.3:371(476.2)

**В. В. Валетов<sup>1</sup>, В. Г. Богатко<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Доктор биологических наук,профессор кафедры природопользования и охраны природы, ректор,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь<sup>2</sup>Магистрант, МГПУ имени И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА  
УЧАЩИХСЯ ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ШКОЛ**

*Приведены результаты изучения динамики антропометрических показателей школьников г. Мозыря и Малевицкой средней школы Жлобинского района в возрасте 6–12 лет. Установлено, что у исследуемых сельских школьников ростовые показатели, масса тела, окружность грудной клетки превышали таковые у детей, проживающих на территории города Мозыря в среднем на 2,1 см, 2,6 кг, 4,1 см соответственно как у девочек, так и у мальчиков.*

*У сельских детей показатели роста и массы тела превышали норму в среднем на 9,8 см и 5,1 кг соответственно; у городских – на 8,6 см и 1,9 кг соответственно. Развитие сердечно-сосудистой системы протекало в соответствии с возрастом, но с незначительными отклонениями. В частности, у сельских детей (как мальчиков, так и девочек) значения систолического и диастолического артериального давления были выше, чем у городских школьников того же возраста. Пульс у всех испытуемых колебался в пределах принятой нормы, у городских школьников был больше.*

*Ключевые слова: школьники, рост, масса тела, артериальное давление, окружность грудной клетки.*

**Введение**

Антропометрия представляет собой систематический сбор данных о размерах человеческого тела. Физическое развитие является одной из основных характеристик состояния здоровья ребёнка. Оценка физического развития при профилактических осмотрах детей и подростков, как правило, базируется на оценке простейших антропометрических показателей: массы тела, роста, окружности груди. Более полные сведения о выраженности отдельных компонентов состава тела и гармоничности их соотношения по результатам антропометрии могут быть получены при расчёте количественных антропометрических индексов. Систематические антропометрические измерения детей позволяют своевременно выявить нарушения физического развития (отставание в росте, отсутствие прибавки в весе и т. п.), являющиеся, как правило, наиболее ранними признаками каких-либо заболеваний или свидетельством нарушения режима [1].

Можно предположить, что на формирование детского организма могут оказывать влияние множество факторов: социальное развитие общества, урбанизация (так как в последние десятилетия прослеживается существенная миграция сельского населения в города), технический прогресс, радиоактивное загрязнение окружающей среды (1986 год авария на ЧАЭС), загрязнение атмосферного воздуха. На данном этапе исследования утверждать о конкретном факторе невозможно, так как отведённого времени не хватает на обоснование и приведение доказательств, но можно с уверенностью предположить.

Под влиянием длительных действующих неблагоприятных факторов уровень физического развития снижается, и, наоборот, улучшение условий, нормализация образа жизни способствуют повышению уровня физического развития. Мозырь, являясь одним из крупных центров промышленности, характеризуется высоким индустриальным потенциалом, и, следовательно, высоким уровнем техногенной нагрузки на окружающую природную среду, в т. ч. и на человека [2]. Основные источники загрязнения – предприятия лесной, электротехнической, нефтеперерабатывающей промышленности и автотранспорт. По данным мониторинга за 2012–2014 гг., состояние воздуха в городе Мозыре оценивалось как стабильно хорошее. Превышений ПДК (предельно допустимой

концентрации) не зарегистрировано. В 2014 году прослеживался незначительный рост концентраций сероводорода [5].

Агрогородок Малевичи Жлобинского района располагается в 6 км от г. Жлобина, а основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются предприятия теплоэнергетики и автотранспорт. Большое влияние на состояние атмосферного воздуха города при неблагоприятных направлениях ветра оказывают выбросы Белорусского металлургического завода. По результатам стационарных наблюдений за 2013 год, состояние атмосферного воздуха оценивалось как стабильно хорошее. Превышений нормативов качества не отмечено. Уровень загрязнения формальдегидом значительно ниже, чем в других промышленных регионах Беларуси. Однако в 2014 году уровень загрязнения формальдегидом увеличился в два раза – 2 ПДК. Наблюдается устойчивый рост концентраций диоксида азота и оксида углерода [5].

В связи с быстро меняющимися условиями среды обитания человека, их региональным своеобразием представляется актуальным периодическое обновление региональных стандартов оценки показателей физического развития школьников. Не менее важна трактовка полученных результатов обследования каждого ребенка и популяции в целом. При правильном подходе к интерпретации результатов обследования физического развития детей и подростков могут быть выявлены общие закономерности развития человека в конкретный период времени и в конкретных условиях, определены позитивные и негативные тенденции, выявлено появление отрицательных изменений.

*Цель исследования:* изучение физиологического статуса городских школьников в сравнении с сельскими в возрасте 6–12 лет.

*Методы исследования:* Исследования проводились в период с 2012 по 2014 гг. на базе школ №№ 1, 9, 14 г. Мозыря и в 2014–2015 гг. на базе Малевичской средней школы Жлобинского района.

Для исследования показателей массы тела, роста, давления, пульса, окружности груди на вдохе, выдохе и в паузе были выбраны школьники г. Мозыря – 1029 человек, в т. ч. 517 девочек и 512 мальчиков 6–12 лет. Для сравнительного анализа были выбраны школьники Малевичской средней школы Жлобинского района в возрасте 6–12 лет – 62 человека, в т. ч. 28 девочек и 34 мальчика. Такое количество испытуемых обусловлено размером агрогородка Малевичи: численность населения, по данным 2004 года, составляла 698 человек.

Измерение проводилось с помощью инструментов: ростомера, десятичных медицинских весов рычажной системы, сантиметровой ленты, секундомера, тонометра. Статистическая обработка материала была проведена с помощью прикладных программ Microsoft Excel 2007 и включала в себя получение описательных данных (средние значения, стандартные отклонения). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента. Статистически достоверным принимали уровень различий при  $p < 0,05$ . Полученные данные были сопоставлены с нормами ВОЗ от 2007 года.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

При измерении артериального давления у детей следует учитывать вес и рост ребёнка, так как они могут оказывать значительное влияние на результат. У полного ребёнка давление может быть несколько выше нормы. У миниатюрных же детей будет наблюдаться понижение давления по сравнению с ориентировочными цифрами [3].

ЧСС (частота сердечных сокращений) зависит от многих факторов, таких, как возраст, состояние здоровья, тренированность организма, температура окружающей среды и многие другие. Таким образом, сердце помогает организму адаптироваться к различным условиям внешней и внутренней среды [4].

Показатели САД (систолического артериального давления) сельских девочек значительно превышают показатели САД городских, в среднем на 14 мм рт. ст., минимальное различие наблюдается у девочек 3 класса – 4 мм рт. ст. (рисунок 1).

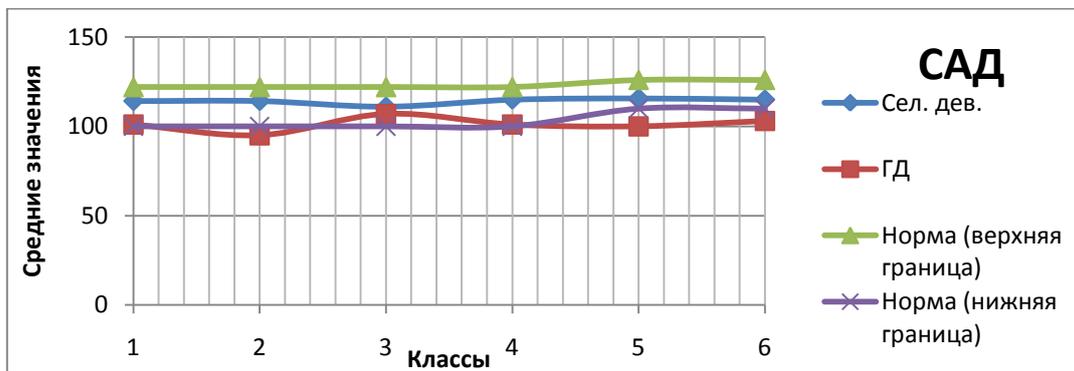


Рисунок 1. – Сравнительная характеристика САД городских (ГД) и сельских девочек (Сел. дев.) 1–6 классов

Показатели ДАД (диастолического артериального давления) сельских девочек также превышают показатели городских во всех классах, но к 4 классу наблюдается приближение среднего значения – разница составляла 4 мм рт. ст. (рисунок 2).

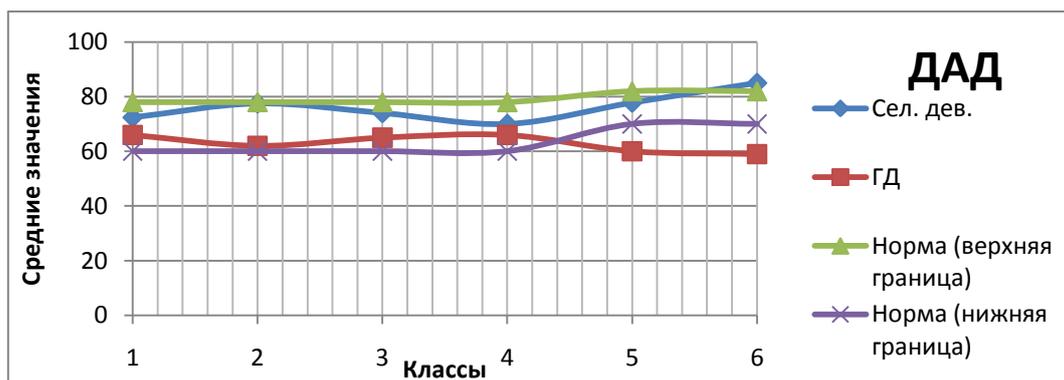


Рисунок 2. – Сравнительная характеристика ДАД городских и сельских девочек 1–6 классов

Показатели САД сельских мальчиков превышают показатели САД городских в среднем на 10 мм рт. ст., минимальное различие наблюдается у мальчиков к 6 классу – 7 мм рт. ст. (рисунок 3).

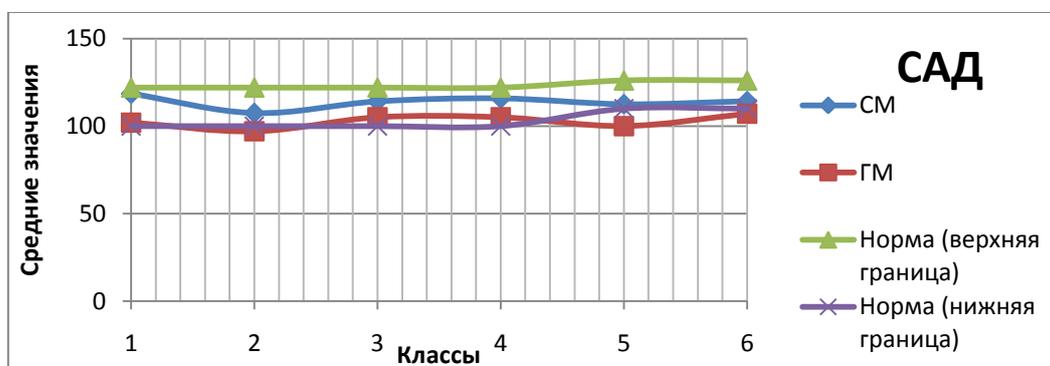


Рисунок 3. – Сравнительная характеристика САД городских (ГМ) и сельских мальчиков (СМ) 1–6 классов

Значения ДАД сельских мальчиков также превышают значения городских во всех классах в среднем на 15 мм рт. ст., но в 5 классе наблюдается приближение исследуемых значений – минимальное различие составляет 3 мм рт. ст. (рисунок 4).

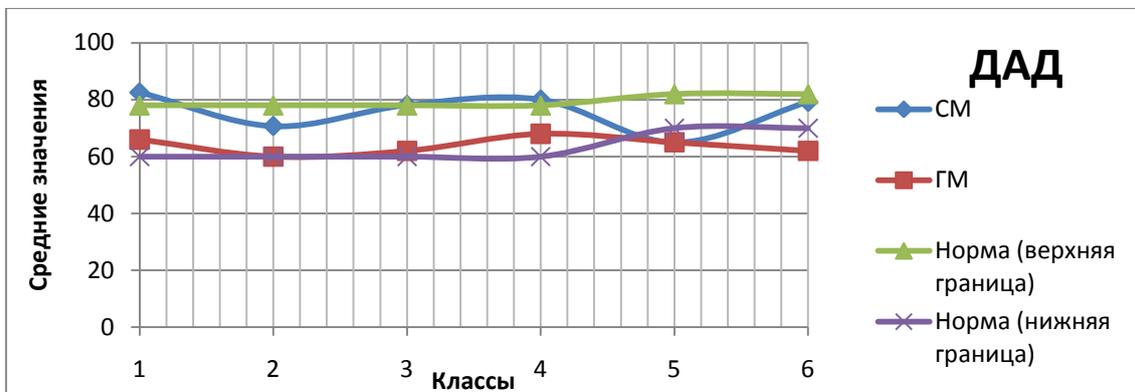


Рисунок 4. – Сравнительная характеристика ДАД городских и сельских мальчиков 1–6 классов

Показатели ЧСС (частоты сердечных сокращений) сельских девочек, в отличие от САД и ДАД, были ниже, чем показатели ЧСС городских, в среднем на 7 уд/мин, минимальное различие наблюдается у девочек 3 и 6 класса – 4,1 и 2,7 уд/мин соответственно (рисунок 5).

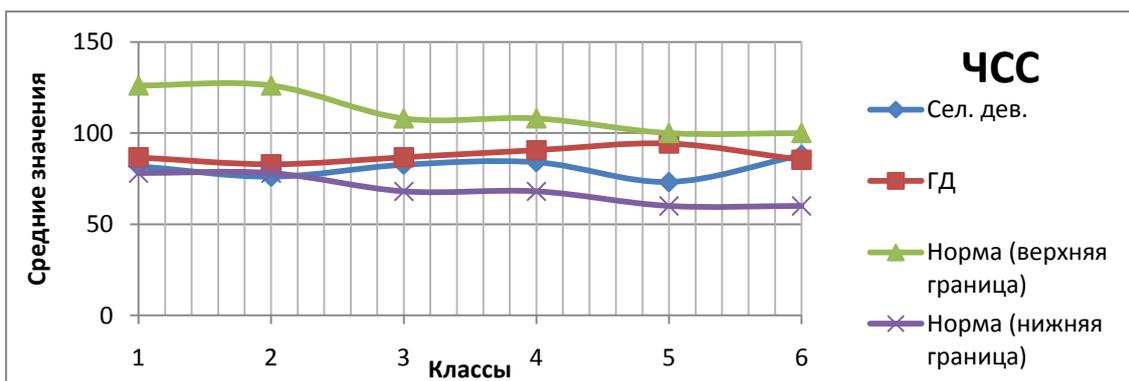


Рисунок 5. – Сравнительная характеристика ЧСС городских и сельских девочек 1–6 классов

Значения ЧСС сельских мальчиков также были ниже, чем у городских мальчиков во всех классах, но в 1 и 3 классе наблюдается минимальное различие – 1,3 и 3,5 уд/мин соответственно (рисунок 6).

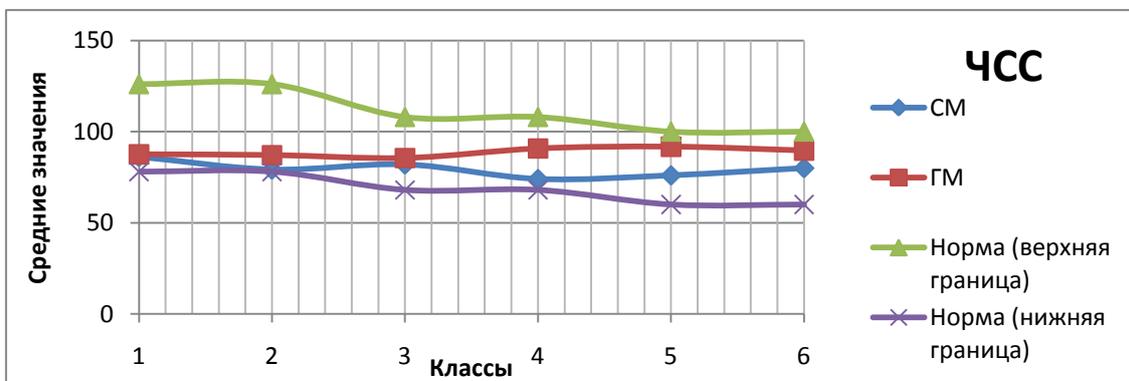


Рисунок 6. – Сравнительная характеристика ЧСС городских и сельских мальчиков 1–6 классов

РП (ростовые показатели) сельских девочек превышали РП городских в среднем на 3 см, минимальное различие наблюдается у девочек 2, 3, 4 и 6 классов – 1,0 см, 1,1 см, 0,1 см и 1,6 см соответственно (рисунок 7).

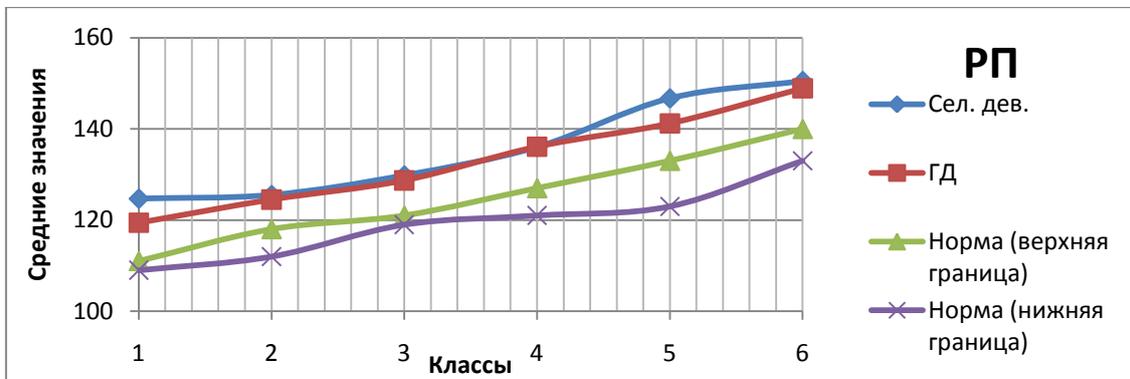


Рисунок 7. – Сравнительная характеристика РП (ростовых показателей) городских и сельских девочек 1–6 классов

РП сельских мальчиков до 3 класса превышали РП городских школьников, а с 3 по 6 классы были ниже (рисунок 8).

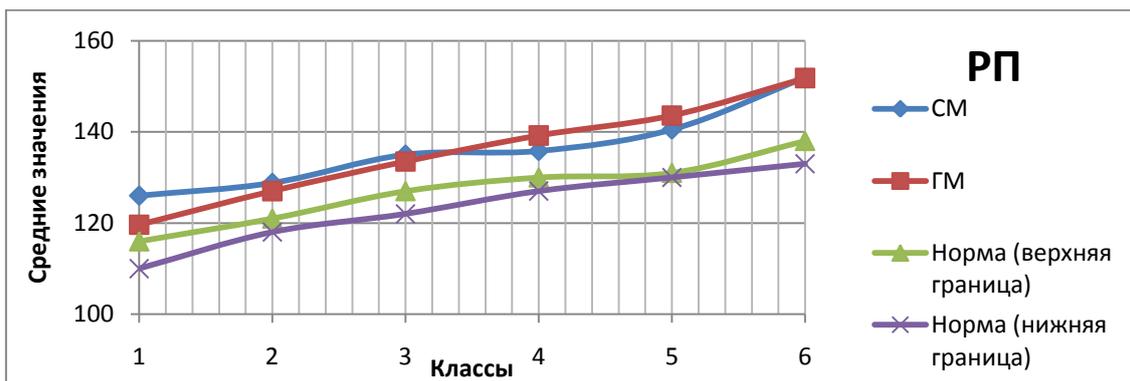


Рисунок 8. – Сравнительная характеристика ростовых показателей (РП) городских и сельских мальчиков 1–6 классов

МТ (массы тела) сельских девочек превышала МТ городских, но в 3 классе МТ городских была выше, максимальное различие наблюдается у девочек 4 и 6 классов – 4,5 и 14 кг соответственно (рисунок 9).

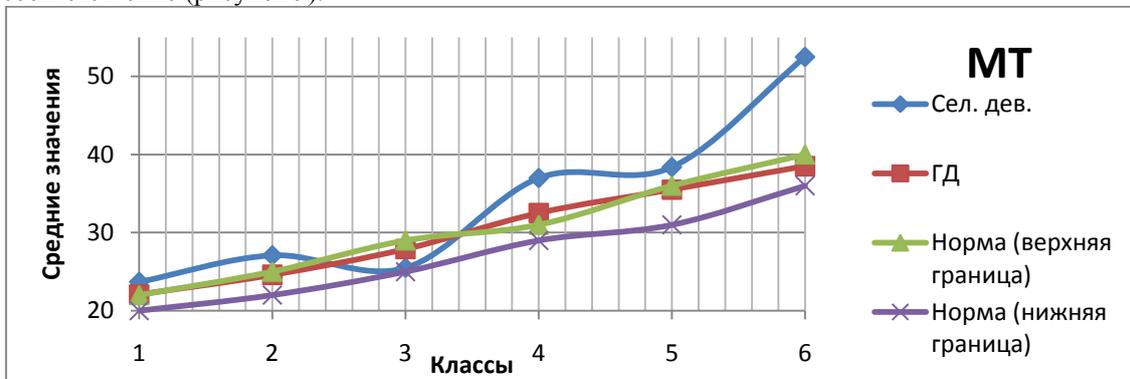


Рисунок 9. – Сравнительная характеристика МТ городских и сельских девочек 1–6 классов

МТ в 3 и 4 классах городских мальчиков превышала МТ сельских, а в 1–2 и 5–6 классах была ниже, чем у сельских. Максимальное различие наблюдается в 5 классе – 5,7 кг (рисунок 10).

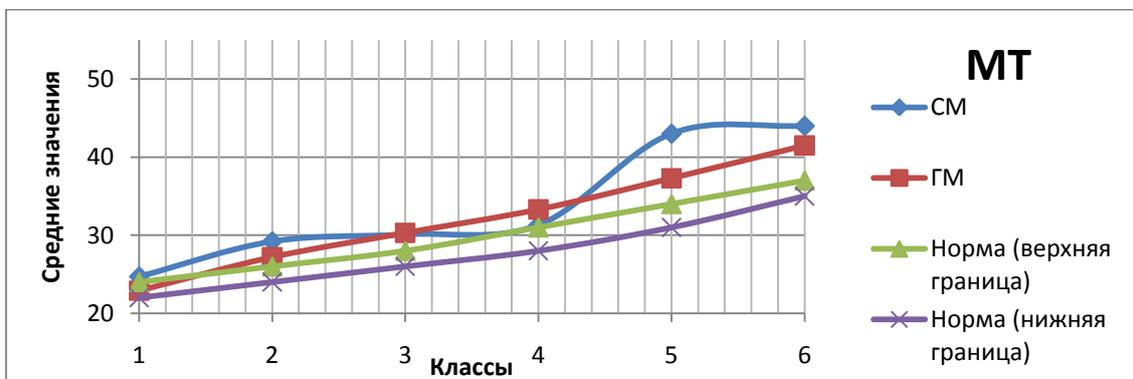


Рисунок 10. – Сравнительная характеристика МТ городских и сельских школьников 6–12 лет

С 1 по 3 класс показатели ОГК (окружности грудной клетки) городских девочек превышали показатели ОГК сельских, но с 3 по 6 класс у сельских ОГК была выше, максимальное различие наблюдается у девочек 4 класса – 11,2 см (рисунок 11).

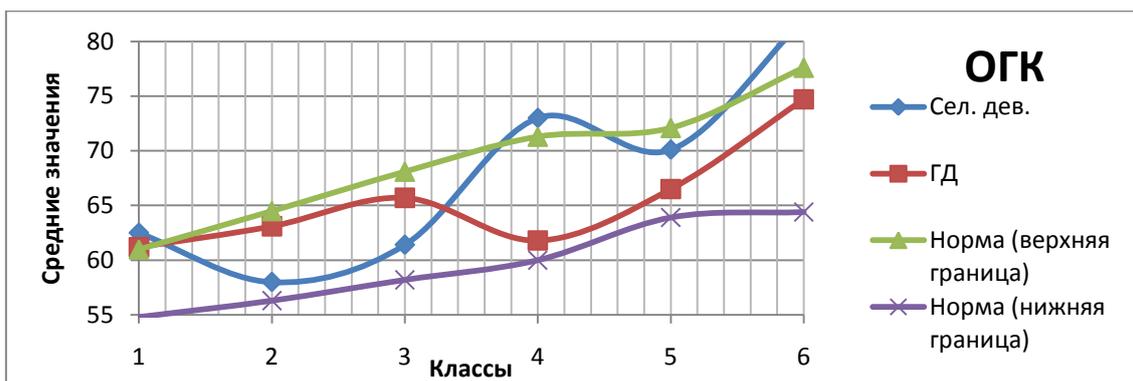


Рисунок 11. – Сравнительная характеристика ОГК в фазе паузы городских и сельских девочек 1–6 классов

С 1 по 3 класс ОГК городских мальчиков превышала ОГК сельских, но с 3 по 6 класс ОГК сельских мальчиков была выше, максимальное различие наблюдается у мальчиков 4 класса (8,3 см), так же, как и у девочек (рисунок 12).

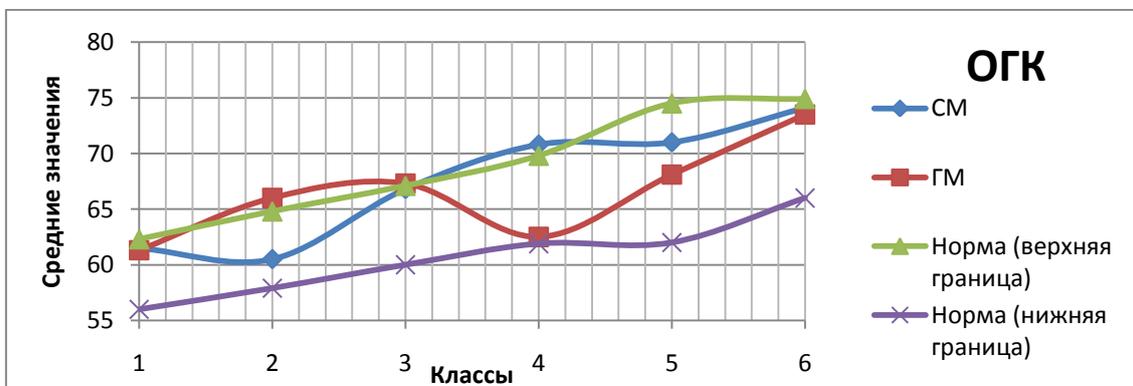


Рисунок 12. – Сравнительная характеристика ОГК в фазе паузы городских и сельских школьников 6–12 лет

**Выводы**

С использованием базовых антропометрических показателей проведена оценка физического развития школьников г. Мозыря и агрогородка Малевицы Жлобинского района.

Выявлены значительные превышения массы тела и роста современных школьников, особенно ярко они выражены у сельских детей. Показатели массы тела у сельских девочек колебались в пределах нормы только в 3 классе, во 2, 4, 5 и 6 классах превышали возрастную норму, в среднем, на 4,9 кг. У городских девочек показатели массы тела были в норме во 2, 5 и 6 классах, в 3 и 4 классах – превышали – в среднем на 1,1 кг. Масса тела сельских мальчиков в 1 и 4 классах приближалась к норме, во 2 и 3 классах была выше на 5,3 кг. У городских мальчиков масса тела колебалась в пределах нормы только в 1 классе, во 2, 3, 4 и 5 классах превышала на 2,7 кг. Ростовые показатели сельских девочек и мальчиков превышают норму в среднем на 10,5 и 9,1 см, у городских – на 8,2 и 9,0 см соответственно.

Выявлены различия в развитии сердечно-сосудистой системы, указывающие на гиподинамию детей, проживающих в городе. У сельских девочек систолическое артериальное давление находилось в пределах нормативных показателей, у городских девочек во 2, 5 и 6 классах этот показатель был ниже нормы на 5,0%, 6,3%, 6,3% соответственно. Диастолическое артериальное давление сельских девочек превышало норму в 6 классе на 3,6%, а городских девочек этот показатель был ниже нормы в 5 и 6 классах на 14,2% и 15,7% соответственно. У сельских мальчиков систолическое артериальное давление находится в пределах нормативных показателей, а у городских – во 2, 5 и 6 классах было ниже нормы на 3,0%, 9%, 2,7% соответственно. Диастолическое артериальное давление сельских мальчиков превышало норму в 1 и 4 классах на 5,7% и 2,5% соответственно, а в 5 классе было ниже нормы на 7,1%. Показатели городских школьников 5 и 6 классов были меньше нормы на 7,1%, 11,4% соответственно. Частота сердечных сокращений сельских и городских девочек и мальчиков находилась в пределах нормативных показателей.

Согласно принятым нормам, имеет место необходимость индивидуального учёта антропометрических показателей школьников при планировании оздоровительных программ, а также целесообразность увеличения времени, отводимого на занятия физической культурой и спортом как обязательных компонентов здорового образа жизни.

**СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Белоокая, Т. В. О проблеме оздоровления природы, человека, общества / Т. В. Белоокая // Чернобыльская катастрофа: прогноз, профилактика, лечение и медико-психологическая реабилитация пострадавших. – Минск, 1995. – С. 3–5.
2. Ежова, Н. В. Педиатрия. Практикум / Н. В. Ежова, Г. И. Ежов. – Минск : Высшая школа, 2004. – 399 с.
3. Иваницкий, М. Ф. Анатомия человека с основами динамической и спортивной морфологии / М. Ф. Иваницкий. – М. : Физкультура и спорт, 2005. – 544 с.
4. Игнатова, Л. Ф. Мониторинг состояния здоровья и факторов риска детского населения / Л. Ф. Игнатова // Школа здоровья. – М., 1997. – Т. 4, № 3. – С. 74–78.
5. [www.rad.org.by](http://www.rad.org.by).

*Поступила в редакцию 29.01.16*

E-mail: [elena.huminskaya@yandex.ru](mailto:elena.huminskaya@yandex.ru)

V. V. Valetov, E. Yu. Guminskaya, V. G. Bogatko

**COMPARATIVE ANALYSIS OF PUPILS' PHYSIOLOGICAL STATUS  
HELD AT THE PREMISES OF CITY AND VILLAGE SCHOOLS**

The article investigates the dynamics of anthropometric indices of 6 to 12-year old pupils from Mozyr Secondary School and Malevichy Secondary School (Zhlobin District). It has been stated that body weight index and chest circumference index have exceeded up to 2.1 cm and 2.6 kg and 4.1 cm if we speak about pupils (boys as well as girls) from village schools.

Indices of village pupils' height and body mass have been up by 9.8 cm and 5.1 kg on the average; city pupils' height and body mass have been up by 8.6 cm and 1.9 kg. Cardiovascular system has been developing in accordance with age and it has been found to be a bit abnormal. In particular, systolic and diastolic pressure of village pupils (boys as well as girls) have increased and been higher of city pupils' pressure. Pulse has ranged within normal limits; however, this index has been higher when city pupils were observed.

Keywords: pupils, height, weight, pressure, chest circumference.

УДК 616.34 – 008.87 – 053.2/.6 – 022

**В. В. Валетов<sup>1</sup>, Е. И. Дегтярева<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Доктор биологических наук,профессор кафедры природопользования и охраны природы, ректор,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь<sup>2</sup>Кандидат биологических наук,доцент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии,  
Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Республика Беларусь**ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА МИКРОФЛОРЫ КИШЕЧНИКА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ  
ПРИ ОСТРЫХ КИШЕЧНЫХ ИНФЕКЦИЯХ**

Данная работа посвящается изучению изменений кишечной микрофлоры у детей и подростков г. Гомеля при острых кишечных инфекциях (ОКИ) в возрасте от рождения до 15 лет. Установлено, что 11% детей и подростков г. Гомеля, от общего числа обследованных с кишечными заболеваниями, имеют изменения показателей микрофлоры желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), связанные с появлением патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Наиболее часто встречаемыми возбудителями острых кишечных инфекций (ОКИ) в ЖКТ детей и подростков являются *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, *Kl. Pneumoniae*, *Stafilococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Shigella*. Заболеваемость ОКИ бактериальной этиологии особенно высокая в летний период. Этому способствуют благоприятные климатические условия для размножения патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, загрязнение воды открытых водоемов.

*Ключевые слова:* микрофлора кишечника, острые кишечные инфекции, дифференциально-диагностические среды.

**Введение**

Центром микроэкологической системы человека является микробиоценоз кишечника. Основу микробиоценоза кишечника составляют индигенные бактерии, видовой состав которых у человека генетически детерминирован и включает анаэробные неспорообразующие бактерии родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* и семейства *Enterobacteriaceae*. *E. coli* вырабатывает бактериоцины (колицины) – антибиотикоподобные вещества, которые вытесняют из среды обитания конкурентные микроорганизмы, и таким образом кишечная палочка борется с другими бактериями за сайты адгезии на энтероцитах, создавая защитную микропленку на поверхности слизистой оболочки кишечника.

В желудочно-кишечном тракте бактерии семейства *Enterobacteriaceae* в основном представлены 12 родами: *Escherichia*, *Edwardsiella*, *Citrobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Proteus*, *Erwinia*, *Yersinia*. Бактерии этого семейства имеют общие свойства: все они грамотрицательные палочки, не образуют спор, лишены оксидазы, восстанавливают нитраты в нитриты, ферментируют глюкозу до состояния кислоты с образованием газа (*Escherichia*, *Salmonella*) или без него (*Salmonella*, *Shigella*). Многие бактерии подвижные, т. к. являются перитрихами (*Escherichia*, *Salmonella*), или неподвижные (*Shigella*), хорошо растут на плотных дифференциально-диагностических питательных средах (Эндо, Левина, Плоскирева), факультативные анаэробы. Одни виды постоянно обитают в кишечнике человека (*E. coli*), другие – только во время болезни (*Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Yersinia*) [1].

Роль нормальной микрофлоры кишечника в механизмах естественной резистентности заключается, прежде всего, в конкуренции с патогенами за рецепторы слизистой оболочки кишечника на стадии их первичной адгезии и колонизации. Под влиянием микрофлоры кишечника происходит активация системы комплемента и фагоцитоза, усиление выработки IgM, IgAs.

Таким образом, микрофлора ЖКТ не только стоит «на первом рубеже» защиты организма от кишечных инфекций, но и принимает активное участие в элиминации возбудителей

из кишечника за счет антагонистической активности, стимуляции местного звена иммунитета, играющего основную роль в санации организма от возбудителей ОКИ.

Бактериальными возбудителями инфекционных заболеваний желудочно-кишечного тракта чаще всего являются условно-патогенные микроорганизмы следующих родов: *Klebsiella*, *Proteus*, *Candida*, *Actinomyces* и *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus*.

**Целью работы** явилось изучение состава микрофлоры кишечника детей и подростков города Гомеля при острых кишечных инфекциях.

**Практическое значение:** результаты работы позволяют судить о встречаемости условно-патогенных и патогенных микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте детей и подростков г. Гомеля. Полученные данные можно использовать в целях профилактики встречаемых заболеваний среди детей и подростков. Своевременная диагностика и лечение заболеваний, вызываемых бактериями рода *Shigella*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Staphylococcus*, является важным этапом предупреждения развития эпидемий.

**Объект, методика исследования.** Паталогическим материалом, который использовался для бактериологического исследования, явились испражнения. Посев исследуемого материала производили на плотные питательные среды:

1. Желточно-солевой агар.
2. Агар с гретой кровью («шоколадный» агар).
3. Среда Эндо.
4. Среда Левина.
5. Среда Висмут-сульфитагар.
6. Среда Плоскирева.
7. Кровяной агар [2].

Чашки Петри инкубировали в термостате 24 ч при температуре 37°C. Выделенные чистые культуры идентифицировали по морфологическим, культуральным, биохимическим, серологическим и биологическим свойствам. На рисунке 1 представлены чашки Петри с посевами паталогического материала штриховым способом на дифференциально-диагностические среды.

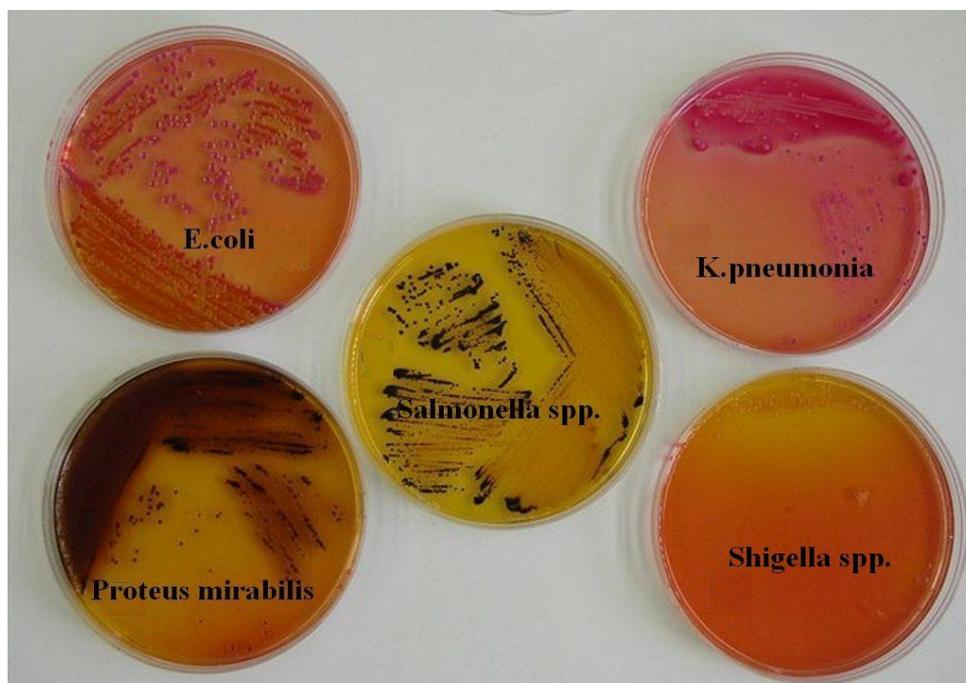


Рисунок 1. – Посевы паталогического материала штриховым способом на дифференциально-диагностические среды

Принадлежность выделенных эшерихий к соответствующим О-группам устанавливали в реакции агглютинации после разрушения кипячением К-антигена исследуемой культуры. Реакция агглютинации ставилась с ОК- и О-сыворотками (рисунок 2).

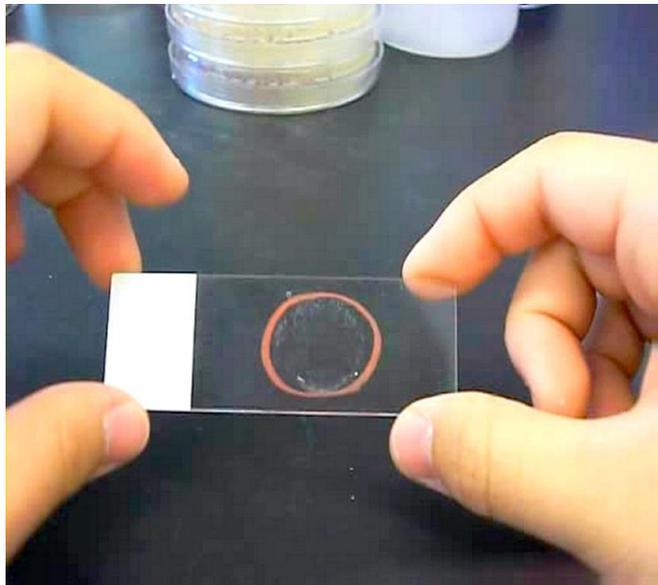


Рисунок 2. – Реакция агглютинации на стекле (реакция Грубера)

Для серологической диагностики колиэнтеритов применяли реакции непрямой гемагглютинации. Положительным результатом считается нарастание титра антител в динамике заболевания [2].

Идентифицировать возбудитель ОКИ возможно на основании комплекса исследований: данных микроскопии первичных мазков, результатов посева на плотные питательные среды (количественная оценка роста различных видов микроорганизмов, однородность популяции при посеве на плотные питательные среды), учета анамнеза, клинических проявлений заболевания.

В связи с непрерывным увеличением частоты лекарственной резистентности к различным antimicrobial средствам в практике терапии при инфекционных заболеваниях систематически производят проверку чувствительности патогенных бактерий к применяемым лечебным препаратам (антибиотикам) [3].

Особую актуальность приобретает селекция патогенных бактерий с пониженной вирулентностью, которая происходит под влиянием огромнейшего числа antimicrobial препаратов. Многие возбудители инфекционных болезней стали обладать слабой болезнетворностью. Такого рода микроорганизмы утрачивают способность вырабатывать иммунитет, что приводит к формированию латентных (скрытых) форм болезни, которые характеризуются хроническим течением, рецидивами, трудно поддаются клинической и лабораторной диагностике, специфической терапии и профилактике. В развитии атипичных форм инфекционных заболеваний большую роль играют L-формы бактерий, возникающие в результате изменчивости исходных видов возбудителей, которые не поддаются антибиотикотерапии.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Экспериментальные исследования проводились в период с 01.01.2013 г. по 01.11.2014 г. на базе бактериологической лаборатории Учреждения «Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья».

Острые кишечные инфекции занимают второе место после острых респираторных заболеваний, это связано с большим количеством возбудителей и фекально-оральным механизмом передачи инфекции, что способствует заражению большого количества людей. У детей чаще, чем у взрослых, отмечаются тяжелые формы кишечных инфекций, т. к. у них быстрее наступает обезвоживание, в результате потери воды с рвотой и жидким стулом, клетки детей на 90% состоят из воды и солей. Следует отметить, что при кишечной инфекции имеет значение не только

количество и патогенность микроорганизмов, попавших в ЖКТ ребенка, но и исходное состояние здоровья ребенка.

Нами проведен анализ частоты встречаемости острых кишечных инфекций, бактериальной этиологии по месяцам за 2013–2014 годы. Полученные данные представлены в таблице.

Таблица – Частота встречаемости острых кишечных инфекций бактериальной этиологии у детей и подростков г. Гомеля по месяцам за 2013–2014 годы

Месяц	0–3 лет		3–6 лет		6–9 лет		9–12 лет		12–15 лет	
	Всего	Частота случаев	Всего	Частота случаев	Всего	Частота случаев	Всего	Частота случаев	Всего	Частота случаев
январь 2013 г.	398	33	383	29	252	17	174	16	89	11
январь 2014 г.	320	20	298	18	198	11	171	9	78	7
февраль 2013 г.	372	30	276	29	214	18	171	14	95	12
февраль 2014 г.	344	23	275	16	181	9	169	7	84	9
март 2013 г.	580	36	521	36	320	31	315	29	178	26
март 2014 г.	492	27	471	21	223	18	267	11	141	14
апрель 2013 г.	614	42	578	42	404	38	368	34	212	30
апрель 2014 г.	598	31	498	27	334	22	303	13	198	21
май 2013 г.	654	79	617	77	462	62	404	59	210	49
май 2014 г.	678	77	596	74	450	64	401	62	201	54
июнь 2013 г.	896	82	819	87	468	71	589	70	299	54
июнь 2014 г.	881	76	820	81	456	68	582	68	298	52
июль 2013 г.	901	89	911	89	510	75	532	72	243	58
июль 2014 г.	878	73	905	78	512	66	525	64	221	56
август 2013 г.	898	97	986	92	532	66	571	62	284	56
август 2014 г.	879	73	974	66	498	59	574	61	274	44
сентябрь 2013 г.	853	96	838	86	537	61	498	61	251	60
сентябрь 2014 г.	561	72	720	71	470	62	492	64	238	53
октябрь 2013 г.	602	84	714	74	544	51	459	49	249	47
октябрь 2014 г.	578	71	705	62	452	56	456	52	256	42
ноябрь 2013 г.	501	62	790	63	480	47	494	39	170	36
декабрь 2013 г.	470	45	790	57	448	39	471	30	189	26
Итого	13948	1318	14485	1275	8945	1011	8986	946	4458	817

Из таблицы видно, что в январе и феврале 2013–2014 гг. число ОКИ у детей от рождения до 3 лет выше, чем у детей младшего и школьного возрастов. Это объясняется тем, что у новорожденных детей не сформировалась резистентная микрофлора кишечника. Слизистая желудочно-кишечного тракта контаминирована условно-патогенной микрофлорой, которая находится на абиотических предметах окружающей среды, а также нельзя исключать вирусные кишечные инфекции, к которым подростки уже имеют иммунитет.

В весенне-летний период этой тенденции не наблюдается. В этот период показатели нарушений микрофлоры во всех возрастных категориях самые высокие в течение года.

Проведен анализ частоты встречаемости микроорганизмов, вызывающих кишечные инфекции, по сезонам (зима, весна, лето, осень) и по возрастам.

Было установлено, что частота встречаемости бактериологических нарушений состава микрофлоры желудочно-кишечного тракта в 2013 г. выше, чем в 2014 во всех возрастных группах.

Патологический материал, взятый у детей и подростков в зимний период, в основном содержал условно-патогенные микроорганизмы: *Kl. Pneumoniae*, *Stafilococcus aureus*. Количество случаев кишечных инфекций среди детей с декабря по февраль уменьшалось.

Было выявлено, что в марте наиболее часто встречаемым микроорганизмом, вызывающим заболевания желудочно-кишечного тракта, являлась *Kl. Pneumoniae*, в апреле – *Kl. Pneumoniae*, *Stafilococcus aureus*, а в мае – *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, *Kl. Pneumoniae*, *Stafilococcus aureus*.

Таким образом, с повышением температуры окружающей среды увеличилось количество возбудителей кишечных инфекций, что поспособствовало увеличению количества ОКИ среди детей и подростков. Переутомление, истощение способствуют развитию заболеваний, обусловленных патогенными *E. coli*. У лиц, перенёсших кишечную колиинфекцию, вырабатывается группоспецифический слабонапряженный иммунитет. У серогрупп *E. coli* не наблюдается перекрестного иммунитета, вследствие чего возможны повторные заболевания. Многие штаммы *E. coli* синтезируют антибиотикоподобные вещества – колицины, активные в отношении патогенных микробов кишечной группы. Кроме того, *E. coli* и другие нормальные обитатели кишечника синтезируют витамины К<sub>2</sub>, Е и группы В, необходимые человеку. Угнетение нормальной микрофлоры кишечника, значительную часть которой составляет *E. coli*, может привести к тяжелому хроническому заболеванию – дисбактериозу.

В летний период наиболее часто встречаемыми микроорганизмами, вызывающими заболевания желудочно-кишечного тракта, является *Salmonella typhimurium*, *Stafilococcus aureus*, *Kl. Pneumoniae*, *Shigella*. В этот период года частота встречаемости ОКИ бактериальной этиологии в 3 раза выше, чем зимой, и в 2 раза выше, чем весной. Необходимо заметить, что дети младшего возраста болеют чаще, чем подростки, и количество заболеваний увеличивается с июня по август. Среди кишечных инфекций преобладал сальмонеллез. Это заболевание зооантропонозное, т. к. сальмонеллы широко распространены среди животных. Они обнаруживаются практически повсеместно у большого числа видов одомашненных и диких животных. Во многих странах сальмонеллез регистрируется преимущественно в виде спорадических случаев. Однако там, где неблагополучно в системе общественного питания и санитарного надзора, нередко наблюдаются эпидемические вспышки, которые могут охватывать значительные массы населения. Наиболее часто поражаются новорожденные и недоношенные дети. Были зарегистрированы вспышки сальмонеллез в детских учреждениях, соматических отделениях педиатрических клиник, инфекционных стационарах. Сальмонеллез у детей протекает в виде диспепсий, колитов (энтероколитов), тифозных состояний, нередко сопровождающихся явлениями септицемии и бактериемии; в ряде случаев они принимают затяжной или хронически протекающий характер.

В этот период года часто встречаются пищевые бактериальные токсикозы стафилококковой этиологии. Продуцируемые патогенными стафилококками (*S. aureus*) токсические вещества относят к экзотоксинам. Эти экзотоксины обладают энтеральным действием, а следовательно, пищевой токсикоз у детей может быть вызван токсином без наличия самих микроорганизмов. Накоплению энтеротоксинов в продуктах способствует массивность их обсеменения и продолжительность хранения, температура среды, величина рН, а также ассоциация развития стафилококков с некоторыми видами аэробных бактерий и плесневыми грибами. Оптимальные условия для накопления в продуктах энтеротоксинов – наличие в их составе углеводов и белков, температура 25–35°C и рН среды 6,9–7,2. При температуре ниже 20°C и рН 6,5 продуцирование энтеротоксинов замедляется, а при температуре 15°C и ниже и рН 6,0 – прекращается. Фактором, способствующим накоплению энтеротоксинов в молоке, считается хранение его при температуре выше 10°C. Стафилококковые энтеротоксины термостабильны и разрушаются только при длительном кипячении продуктов.

Частота встречаемости бактериологических нарушений состава микрофлоры желудочно-кишечного тракта в осенний период 2013 года выше, чем в 2014 году, по всем возрастным группам. Наиболее часто встречаемыми микроорганизмами, вызывающими ОКИ, является *Salmonella typhimurium*, *Stafilococcus aureus*, *Kl. Pneumoniae*, *Proteus mirabilis*. Было замечено уменьшение случаев заболеваний ОКИ среди детей с сентября по ноябрь, и наблюдалась тенденция к снижению заболеваний среди подростков.

### **Выводы**

Инфекции, вызываемые бактериями рода эшерихия, сальмонелла, шигелла, стафилококк остаются важной медицинской и социальной проблемой во всех странах мира независимо от климата, экологической обстановки и уровня развития.

За анализируемый период 2013–2014 гг. нами были проведены лабораторные исследования кишечной микрофлоры у 50822 детей и подростков в возрасте от рождения до 15 лет.

Ограниченность пространства, личный контакт и несоблюдение гигиенических правил создают благоприятные условия для распространения возбудителей ОКИ в группах детских садов и школ. Заболеваемость ОКИ высокая и регистрируется в течение всего года с подъемом в летне-осенний период. Болеют чаще дети в возрасте от 1 года до 7 лет. Наиболее опасны больные с легкими, стертыми и бессимптомными формами кишечных инфекций, т. к. они являются источниками инфекции [4]. На основании полученных экспериментальных результатов были сделаны следующие выводы:

1. Частота встречаемости нарушений показателей микрофлоры желудочно-кишечного тракта у детей и подростков г. Гомеля составляет 11% от общего числа обследованных.

2. Наиболее встречаемыми нарушениями микрофлоры желудочно-кишечного тракта являются дизентерия, сальмонеллез, эшерихиозы, пищевые токсикоинфекции. В механизме развития бактериальной патологии желудочно-кишечного тракта имеет место этиологический фактор, который отличается чрезвычайной распространенностью, быстрой приспособляемостью. Важную роль играет состояние организма ребенка, которое складывается из многочисленных факторов: специфическая и неспецифическая реактивность организма, изменение нормальной флоры также ведет к возникновению бактериальной патологии.

3. В весенний период 2013–2014 гг. во всех возрастных группах преобладающими заболеваниями желудочно-кишечного тракта являются эшерихиозы; в летний период сальмонеллез, дизентерия и пищевые бактериальные токсикозы стафилококковой этиологии; в осенний и зимний периоды эшерихиозы и пищевые бактериальные токсикозы стафилококковой этиологии.

4. Во всех возрастных группах максимально встречающиеся нарушения желудочно-кишечного тракта приходятся на летний период. Увеличению встречаемости в летний период способствуют благоприятные климатические условия для размножения патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, гигиеническая неграмотность населения, а также загрязнение воды открытых водоемов. Летний период является наиболее эпидемиологически значимым в отношении возникновения бактериологической патологии желудочно-кишечного тракта.

#### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матвеева, К. И. Руководство по микробиологической диагностике инфекционных болезней / К. И. Матвеева. – М. : Медицина, 1999. – 352 с.
2. Лабинская, А. С. Микробиологические методы исследования: практическое руководство / А. С. Лабинская, М. О. Биргер. – М. : Государственное издательство медицинской литературы, 1993. – 568 с.
3. Лисовская, Н. П. Методические указания по определению чувствительности микроорганизмов к антибиотикам методом диффузии в агар с использованием дисков / Н. П. Лисовская. – М. : МЗ СССР, 1987. – 38 с.
4. Дегтярева, Е. И. Микробиологическая эффективность кускового мыла / Е. И. Дегтярева, Ю. В. Атанасова // Веснік МДПУ імя І. П. Шамякіна. – 2014. – № 3<sup>[44]</sup>. – С. 3–8.

Поступила в редакцию 20.01.16

E-mail: elena.degtyarova@tut.by

Valentin Valetov, Helena Degtyarova

#### MICROBIAL FLORA PARTICULARITIES OF CHILDREN AND YOUNGSTERS WHEN SUFFERING FROM ACUTE ENTERIC INFECTION

This article is dedicated to investigation of children's and youngsters' (Gomel citizens) microbial flora; age-grade: from the cradle to 15. It has been stated that 11% of children and youngsters from Gomel, of the total number of the inspected people who suffered from acute enteric infection, have got changes of microbial flora indices of gastro-intestinal tract. It can be described by occurring of pathogenic and potentially pathogenic microorganisms. The most frequent infectious agents of acute enteric infection found in children's and youngsters' gastro-intestinal tract are supposed to be *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, *Kl. Pneumoniae*, *Stafilococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Shigella*. Summer is a period of high bacterial aetiology. Significant climate opportunities and surface water contaminant make pathogenic and potentially pathogenic microorganisms to reproduce themselves.

Keywords: microbial flora of bowels, acute enteric infections, differential – diagnostic environment.

УДК 635.64:631.522

**В. Н. Кавцевич<sup>1</sup>, А. В. Деревинский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры общей биологии и ботаники,  
БГПУ им. М. Танка, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Заведующий кафедрой общей биологии и ботаники,  
БГПУ им. М. Танка, г. Минск, Республика Беларусь

### **ОЦЕНКА КОМПОНЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ И БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ У ГИБРИДОВ F<sub>1</sub>, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ КИСТЕВИДНЫХ ФОРМ ТОМАТА**

*Гибриды томата первого поколения, полученные с участием кистевидных форм, были оценены по признакам, характеризующим продуктивность растений и биохимический состав плодов. Установлено, что комбинации скрещивания отличались между собой, среди них выделены лучшие по признакам масса плодов с растения, средняя масса плода, содержание сухих веществ, моно- и дисахаридов, каротиноидов и аскорбиновой кислоты. Отмечены перспективные линии L8 и L90, с участием которых было получено от 30 до 50% гибридов с лучшими характеристиками. Установлены высокие и положительные взаимосвязи между признаками средняя масса плода и масса плодов одного растения ( $r = 0,87$ ), между содержанием сухих веществ, с одной стороны, и количеством моносахаридов (0,93), дисахаридов (0,87) и аскорбиновой кислоты (0,81), с другой, что делает благоприятный прогноз на комплексное улучшение данных признаков при отборе.*

*Ключевые слова: гибриды, продуктивность, каротин, аскорбиновая кислота, сухие вещества, сахара.*

#### **Введение**

Широкое использование плодов томата в питании человека объясняется их высокими пищевыми, вкусовыми, витаминными и диетическими свойствами, связанными с химическим составом. По данным ФАО, томат занимает первое место среди овощных культур (4 млн га), в том числе в защищенном грунте 60% всех площадей. Основными производителями томата являются Китай, Индия, Турция, Египет и другие страны [1].

Одним из важнейших показателей качества плодов томата является содержание в них сухих веществ, т. е. всех имеющихся в плодах органических и неорганических веществ, за исключением воды. Его количество находится в пределах 2,5–8%. Плоды с повышенной концентрацией сухих веществ, как правило, имеют хорошие вкусовые качества, дают больший выход продукции при переработке, обладают лучшей транспортабельностью и лежкостью при хранении. В плодах томата содержится сумма сахаров (1,5–5%), представленных преимущественно глюкозой, фруктозой и сахарозой. Среди органических кислот преобладает яблочная (0,9 г/100 г). Пищевая ценность также определяется содержанием витаминов, среди которых основными в плодах томата являются витамин С (15–90 мг/100 г), бета-каротин (провитамин А) (1,6–2 мг/100 г), а также обнаруженный в последнее время ликопин, обладающий мощнейшими антиоксидантными свойствами. Помимо этого, в плодах томата содержатся заменимые и незаменимые белки, макро- и микроэлементы [2]–[4].

Высокий спрос на томатную продукцию привел к созданию большого разнообразия сортов и гибридов томата. Особого внимания заслуживают гибриды томата, у которых плоды собираются не поштучно, а срезаются целыми веточками (кистями), отсюда и название – кистевые (кистевидные, кластерные). Кистевые формы томата были созданы голландскими селекционерами в 1992–1993 гг. в целях экономии ручного труда, помимо этого, плоды обладают еще целым рядом достоинств – прочно держатся на кисти, не перезревая и не осыпаясь, имеют привлекательные форму и цвет, высокие вкусовые качества [5].

Кистевые гибриды имеют специфический геном, в составе которого обязательным является наличие гена «gin» gin, пог и погА в гетерозиготном состоянии, замедляющего созревание плодов. Благодаря этому гену, первые плоды у основания кисти не перезревают, не размягчаются и не осыпаются к моменту покраснения плодов в верхней части [2]. Ген «gin» также обеспечивает длительное (в течение месяца при комнатных условиях) хранение спелых плодов на кисти без потери их вкусовых и товарных качеств. Существуют маркерные признаки, по которым можно

отличить «кистевые» томаты от «псевдокистевых» с недостаточно лежкими и осыпающимися плодами – это наличие прилистника в пазухе соцветия или формирование на соцветии, вместо первого цветка, листочка [3].

Увеличение содержания каротиноидов (желтых пигментов) в плодах обусловлено их физиологически активным действием в организме человека. Практическое использование каротиноидов основывается на биологической связи с витамином А, в который они превращаются в организме человека. При недостатке витамина А нарушаются обменные процессы, функции нервной системы, ухудшается зрение, снижается сопротивляемость организма различным инфекциям. Считается, что в томатах каротин находится в наиболее активной форме – β-каротина, 1 мг которого по эффективности соответствует 0,17 мг витамина А. В настоящее время идентифицировано порядка 20–35 генов, контролирующих вкус, консистенцию и другие показатели качества плодов, среди них шесть – at, B, mo-B, r, t, y – отвечающих непосредственно за окраску ее спектр и интенсивность, например, в красных плодах содержится в среднем 1,2, а в оранжевых – 1,45 мг% каротина [6], [7].

Особое внимание в селекции томата уделяется выведению гибридов с высоким содержанием аскорбиновой кислоты (витамин С), который участвует практически во всех окислительно-восстановительных реакциях, активизирует пищеварительные ферменты, укрепляет кровеносные сосуды, обеспечивает нормальный гематологический и иммунологический статус организма, повышая его устойчивость к инфекциям и стрессу. Известны гены (B, DG, HP, GS и ALC), влияющие на содержание аскорбиновой кислоты в плодах томатов [7], [8].

Биохимические показатели плодов у разных форм томата зависят от многих факторов и прежде всего от генотипа данной формы [9], [10]. Задача селекционера заключается в том, чтобы выделить такие формы среди большого разнообразия и включить их в селекционные программы.

Селекцию кистевых томатов успешно ведут многие зарубежные фирмы, в том числе и российские. Продукция зарубежных производителей поступает на рынок Республики Беларусь, пользуется спросом у населения. Ввиду отсутствия кистевых форм томата белорусской селекции, возникла необходимость разработать селекционно-генетические подходы для создания продуктивных гибридов кистевого морфотипа с высокими биохимическими характеристиками плодов. Были отобраны линии зарубежной селекции с кистевидным морфотипом плодовой кисти, и на их основе с участием линий отечественного производства получен ряд гибридов первого поколения. Задача заключалась в том, чтобы оценить полученные гибриды по комплексу признаков, включающему продуктивность растений и биохимические показатели плодов.

*Методы исследования.* Исследования проводили на кафедре общей биологии и ботаники БГПУ (2014–2015 гг.) Объектами исследования служили гибриды первого поколения, полученные с участием линий зарубежной селекции: L54 (Германия), L55 (Чехия), L59 (Польша), L84 (Голландия) L89 (Россия) и линий селекции Республики Беларусь L8, L85 и L90. Гибриды выращивались по стандартной технологии в условиях защищенного грунта в весенне-летнем обороте. Показатели продуктивности плодов учитывали путем взвешивания в стадии биологической зрелости.

В лабораторных условиях определяли биохимические показатели плодов. Определение сухих веществ устанавливали путем высушивания в сушильном шкафу [11]. Определение редуцирующих сахаров проводили по Иссекутцу [12]; содержание глюкозы – по методу Вильштеттера и Шудля [12]. Определение содержания каротиноидов устанавливали спектрофотометрическим методом [13]. Количественное содержание витамина С в плодах измеряли йодометрическим методом [14].

### **Результаты исследований и их обсуждение**

В таблице 1 представлены результаты дисперсионного анализа, проведенного у двадцати одного гибрида F<sub>1</sub>, полученного с участием родительских линий кистевидного морфотипа по компонентам продуктивности и содержанию биохимических веществ в плодах томата.

Как свидетельствуют полученные данные, практически все признаки, за исключением одного (аскорбиновая кислота, отцовская форма, B), имеют достоверную дисперсию средних квадратов при 5% уровне значимости.

Таблица 1. – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа опыта 5×3 по компонентам продуктивности и биохимическим показателям гибридов томата F<sub>1</sub>

Признаки	Средний квадрат, MS			
	Материнская форма, А	Отцовская форма, В	Взаимодействие, А×В	Ошибка
Общий урожай				
Масса плодов с одного растения, кг	2,179**	0,779**	1,336**	0,225
Средняя масса плода, г	7101,61**	2851,24**	1256,16**	68,29
Содержание сухих веществ, %	2,7862**	2,3363**	0,9195**	0,0745
Содержание моносахаридов, %	0,5551**	1,0863**	0,2209**	0,0742
Содержание дисахаридов, %	0,6024**	0,9297**	0,5071**	0,0346
Содержание каротиноидов, мг/100г	3,7012**	0,4492**	2,4088**	0,0820
Содержание аскорбиновой кислоты, мг%	150,6344**	21,7023	39,9404**	6,6246

Примечание: \*\* – F при 5% уровне значимости

Это позволило нам провести характеристику и дифференцировать анализируемую группу гибридов. Достоверность средних квадратов по признакам масса плодов с одного растения, средняя масса плода, содержание сухих веществ, моно- и дисахаридов, каротиноидов, аскорбиновой кислоты свидетельствует о том, что по всем этим признакам между изучаемыми гибридными комбинациями имеются различия. В таблице 2 представлены средние результаты гибридов при испытании их в условиях защищенного грунта в весенне-летнем обороте.

Таблица 2. – Показатели продуктивности растений и биохимического состава плодов у гибридов томата F<sub>1</sub>

Образцы	Компоненты продуктивности		Биохимические показатели				
	Масса плодов одного растения, кг	Средняя масса плода, г	Сухие вещества, %	Моносахариды, %	Дисахариды, %	Каротиноиды, мг/100 г	Аскорбиновая кислота, мг%
54×8 F <sub>1</sub>	2,758	29	3,109	2,561	0,367	<b>2,128</b>	29,793
54×85 F <sub>1</sub>	2,350	24,5	2,649	2,206	0,315	0,534	26,929
54×90	2,518	26,5	2,536	2,197	0,313	0,196	27,825
55×8 F <sub>1</sub>	2,781	20,2	<b>5,003</b>	<b>3,623</b>	<b>1,247</b>	1,062	<b>40,226</b>
55×85 F <sub>1</sub>	2,252	52,7	3,253	2,224	<b>0,832</b>	0,691	<b>39,008</b>
55×90 F <sub>1</sub>	2,438	53,9	<b>4,012</b>	<b>2,992</b>	0,647	<b>2,036</b>	34,541
59×8 F <sub>1</sub>	1,616	5,9	<b>5,197</b>	<b>3,318</b>	<b>1,635</b>	1,434	<b>40,014</b>
59×85 F <sub>1</sub>	3,439	69	2,945	2,394	0,478	1,545	29,261
59×90 F <sub>1</sub>	<b>3,859</b>	<b>91,8</b>	3,383	<b>2,833</b>	0,249	<b>3,637</b>	29,254
84×8 F <sub>1</sub>	3,070	80,6	3,267	2,619	0,361	0,572	28,286
84×85 F <sub>1</sub>	<b>3,875</b>	87	3,661	2,755	0,573	1,395	32,589
84×90 F <sub>1</sub>	<b>4,152</b>	<b>94,4</b>	<b>4,094</b>	<b>2,867</b>	0,756	0,974	34,390
89×8 F <sub>1</sub>	<b>4,045</b>	<b>93,1</b>	<b>4,230</b>	<b>2,992</b>	0,751	<b>2,473</b>	33,529
89×85 F <sub>1</sub>	3,310	<b>90,9</b>	3,774	2,545	<b>0,972</b>	<b>2,574</b>	<b>36,383</b>
89×90 F <sub>1</sub>	<b>3,525</b>	81,6	3,681	2,797	0,726	1,478	<b>35,440</b>
Среднее	3,066	60,07	3,653	2,728	0,681	1,515	33,165
НСР <sub>05</sub>	0,493	21,17	0,502	0,348	0,276	0,398	13,214

*Масса плодов с одного растения.* Данный показатель характеризует продуктивный потенциал гибрида, от которого непосредственно зависит общая урожайность растения. Среднее значение по гибридам (таблица 2) составляло 3,066 кг и колебалось от 1,616 (59×8) до 4,152 (84×90). Наиболее продуктивными комбинациями скрещивания были такие, как 84×90 (4,152), 89×8 (4,045), 84×85 (3,875), 59×90 (3,859) и 89×90 (3,525). Родительская форма L90 отмечена как лучший компонент, так как из пяти выделенных гибридов она присутствовала у трех.

*Средняя масса плода.* Наряду с предыдущим показателем, признак средняя масса плода не только влияет на урожайность растений, но и на качество плодов, особенно при селекции на крупноплодность, где данный показатель является одним из главных. Из таблицы 2 видно, что признак варьировал у гибридов, так при средней массе плода 60,07 г у одних гибридов он составлял 5,9 г (59×8), а у других 94,4 (84×90). Необходимо отметить, что масса плодов с растения очень тесно взаимосвязана со средней массой одного плода, коэффициент корреляции между ними составляет 0,87 (таблица 3). Более продуктивные гибриды, как правило, имеют и более крупные и тяжелые плоды. Это свидетельствует о том, что у анализируемой группы гибридов возможен отбор на высокие показатели одновременно по этим двум признакам.

*Сухие вещества.* Одним из признаков хорошего качества плодов томата является высокое содержание сухих веществ – это органические и минеральные соединения, за исключением воды. От количества сухих веществ зависят многие технологические свойства плодов – их транспортабельность, длительность хранения, выход готовой продукции при переработке и т. д. Среднее значение данного показателя у исследуемой группы гибридов составляло 3,653% и колебалось от 2,536 до 5,197 (таблица 2). К гибридам, выделившимся по данному показателю можно отнести 59×8 (5,197), 55×8 (5,003), 89×8 (4,230), 84×90 (4,094), 55×90 (4,012). У первых трех одним из компонентов скрещивания была форма L8. Содержание сухих веществ в плодах связано тесными, прямыми и положительными взаимоотношениями с такими биохимическими характеристиками, как содержание моносахаридов ( $r = 0,93$ ), дисахаридов ( $r = 0,87$ ) и аскорбиновой кислоты ( $r = 0,81$ ) (таблица 3). Это позволяет сделать прогноз о том, что увеличение количества одного из этих биохимических характеристик в плодах неизбежно повлечет за собой увеличение и остальных трех у анализируемой группы гибридов.

Таблица 3. – Коэффициенты корреляции между показателями, характеризующими продуктивность растений и биохимический состав плодов у гибридов томата F<sub>1</sub>

	Масса плодов с одного растения	Средняя масса плода	Содержание сухих веществ	Содержание моносахаридов	Содержание дисахаридов	Содержание каротиноидов	Содержание аскорбиновой кислоты
Масса плодов с одного растения	1,00						
Средняя масса плода	<b>0,87</b>	1,00					
Содержание сухих веществ	-0,05	-0,09	1,00				
Содержание моносахаридов	0,05	-0,09	<b>0,93</b>	1,00			
Содержание дисахаридов	-0,33	-0,30	<b>0,87</b>	<b>0,67</b>	1,00		
Содержание каротиноидов	<b>0,41</b>	<b>0,43</b>	0,21	0,29	-0,02	1,00	
Содержание аскорбиновой кислоты	-0,22	-0,14	<b>0,81</b>	<b>0,61</b>	<b>0,91</b>	0,04	1,00

*Содержание моносахаридов.* Основным компонентом сухих веществ в плодах помидоров являются сахара. Содержание суммы сахаров в зависимости от сорта и агротехники достигает от 1,5 до 8%. В плодах томата растворимые моносахариды представлены, главным образом, глюкозой (1,6%) и фруктозой (1,2%). В таблице 2 отражены результаты обследования группы гибридов по общей сумме моносахаридов (глюкозе и фруктозе). Среднее содержание моносахаридов – 2,728%, однако у некоторых комбинаций скрещивания, например, 55×8 и 59×8 этот показатель значительно превышает среднее значение и составляет соответственно 3,318 и 3,623. Необходимо отметить, что указанные гибриды отличались и по более высокому содержанию сухих веществ, коэффициент корреляции между данными признаками составлял 0,93 (таблица 3). У остальных гибридов содержание моносахаридов отличалось незначительно.

*Содержание дисахаридов.* Олигосахариды в плодах томатов представлены в основном дисахаридом сахарозой. Результаты анализа данного показателя у группы гибридов представлены в таблице 2. Среднее значение дисахаридов находилось на уровне 0,681% и колебалось от 0,249 (59×90) до 1,635 (59×8). Высокими показателями дисахаридов также характеризовались те комбинации скрещивания, которые были выделены по содержанию сухого вещества и моносахаридов – 55×8 (1,247) и 59×8 (1,635), коэффициент корреляции между признаками составлял соответственно 0,87 и 0,67 (таблица 3).

*Содержание каротиноидов.* Большое значение в селекционной работе с томатом приобрело получение гетерозисных гибридов с высоким показателем каротиноидов. Анализ содержания каротиноидов (таблица 2) позволил установить, что на фоне среднего значения 1,515 у исследуемой группы гибридов имеются отдельные комбинации скрещивания, которых данный показатель значительно выше, например, у образца (59×90) он составляет 3,637 мг/100 г. Высокие показатели также у гибридов 89×85 (2,574), 89×8 (2,473), 54×8 (2,128) и 55×90 (2,036). Установлена средняя корреляционная зависимость между содержанием каротина, с одной стороны, и массой плодов с одного растения и средней массой плода, с другой, коэффициенты корреляции соответственно составляют 0,41 и 0,43 (таблица 3).

*Содержание аскорбиновой кислоты.* Пищевая ценность плодов томата определяется, прежде всего, высоким (от 15 до 90 мг на 100 г сырого вещества) содержанием витаминов, среди которых аскорбиновой кислоты (витамин С) занимает одно из первых мест. Анализ гибридов, полученных с участием родительских форм с кистевидным морфотипом плодовой кисти, показал, что у них содержание аскорбиновой кислоты находится на уровне 33,165 мг/100 г, колеблясь у некоторых гибридов в пределах от 26,929 (54×85) до 40,226 (55×8). Лучшими гибридными комбинациями по содержанию витамина С оказались 55×8 (40,226), 59×8 (40,014) и 55×85(39,008). Необходимо отметить, что была установлена взаимозависимость содержания аскорбиновой кислоты с такими признаками, как содержание сухих веществ, моно- и дисахаридов у исследуемой группы гибридов, коэффициенты корреляции ( $r$ ) составляли соответственно 0,81, 0,61 и 0,91. Это свидетельствует о том, что изменение одного из них при отборе неизбежно приведет к изменению всех сопряженных с ним признаков.

### **Выводы**

Таким образом, установлено, что гибриды  $F_1$ , полученные с участием кистевидных форм, достоверно отличаются между собой по признакам, характеризующим продуктивность растений и биохимический состав плодов. Установлены средние значения по отдельными признакам и выделены комбинации скрещивания с более высокими характеристиками у анализируемой группы гибридов. Так, по признакам масса плодов с растения и средняя масса плода лучшими являются комбинации скрещивания 84×90, 89×8, 84×85, 59×90 и 89×90, по признаку содержание сухих веществ – 59×8, 55×8, 89×8, 84×90, 55×90, по признакам моно- и дисахаридов – 55×8 и 59×8. Высокие показатели каротиноидов наблюдались у гибридов 89×85, 89×8, 54×8 и 55×90, а аскорбиновой кислоты – 55×8, 59×8 и 55×85. У 50% выделенных лучших гибридов одним из компонентов скрещиваний служила линия L8, а у 30% – линия L90, что свидетельствует о перспективности использования этих линий в селекционных программах.

Установлены взаимосвязи между признаками, характеризующими продуктивность растений и биохимический потенциал плодов. Средняя масса плода тесно коррелирует с массой плодов одного растения ( $r = 0,87$ ). Обнаружен ряд взаимозависимостей между биохимическими показателями. Так, имеются высокие и положительные коэффициенты корреляции между содержанием сухих веществ и количеством моносахаридов (0,93), дисахаридов (0,87) и аскорбиновой кислоты (0,81), что делает благоприятным прогноз на комплексное улучшение данных признаков при отборе. Не обнаружено связи между продуктивностью растения и биохимическим составом плодов, за исключением признака содержание каротиноидов, что необходимо учитывать в селекционных программах. При планировании продуктивных гибридов со сбалансированным биохимическим составом плодов необходимо подбирать компоненты для скрещивания с таким учетом, чтобы один из них обладал достаточной продуктивностью, а другой высоким биохимическим потенциалом.

Работа выполнена при поддержке ФФИ НАНБ, № Б14-082

## СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <http://www.fao.org/statistics/databases/ru/>
2. Куземенский, А. В. Генетические источники повышения качества плодов томата / А. В. Куземенский // Физиология и биохимия культурных растений. – Т. 38, № 3. – 2006. – С. 266–273.
3. Бакулина, В. А. Изучение химического состава плодов томатов, созревших на кусте и дозаренных / В. А. Бакулина // Доклад ТСХА. Вып. 148. – М., 1969. – С. 51–55.
4. Дворников, В. П. Показатели качества плодов томата различной лёжкости / В. П. Дворников // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 2. – С. 49–52.
5. Лазуткина, Е. А. Томаты кистевого типа в теплицах / Е. А. Лазуткина // Мир теплиц. – 1998. – № 8. – С. 22.
6. Идентификация аллельного состава генов, контролирующих биосинтез каротиноидов и созревание плодов, генотипов томата (*Solanum lycopersicum*) с применением функциональных ПЦР маркеров / В. Ф. Аджиева [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2010. – № 1. – С. 39–45.
7. Влияние взаимодействия генов V, DG, HP, GS и ALC на содержание β-каротина и аскорбиновой кислоты в плодах томатов / А. В. Куземенский [и др.] // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Каразінські природознавчі студії», Харків, 1–4 лютого 2011. – Харків. – С. 251–253.
8. Жученко, А. А. Изменчивость и наследование хозяйственно-ценных признаков у томатов / А. А. Жученко. – Кишинев : Картя Молдовеняскэ, 1973. – 631 с.
9. Fraser, P. D. Carotenoid biosynthesis during tomato fruit development / P. D. Fraser, M. Truesdale, C. R. Bird // Plant Physiol. – 1994. – V. 105. – P. 405–413.
10. Содержание ликопина и других каротиноидов в плодах томата (*Lycopersicon esculentum* L.) белорусской и зарубежной селекции / О. В. Булда [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2009. – № 1. – С. 36–41.
11. Мурашев, С. В. Определение содержания воды и сухих веществ в пищевых продуктах : метод. указания / С. В. Мурашев, А. Л. Ишевский, Н. А. Уварова. – СПб., 2007. – 24 с.
12. Жванко, Ю. Н. Аналитическая химия и технологический контроль в общественном питании : учеб. пособие для техникумов / Ю. Н. Жванко, Г. В. Панкратова, З. И. Мамедова. – 2-е изд., испр. и перераб. – М. : Высш. шк., 1989. – 271 с.
13. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.
14. Кузнецова, Е. А. Пищевая химия : метод. указания по выполнению лабораторных работ / Е. А. Кузнецова. – Орел, 2008. – 49 с.

*Поступила в редакцию 09.02.16*

E-mail: [Kavtsevich@yandex.ru](mailto:Kavtsevich@yandex.ru), [derevin@rambler.ru](mailto:derevin@rambler.ru)

V. N. Kavtsevich, A. V. Derevinsky

ESTIMATION OF PRODUCTIVITY COMPONENTS AND BIOCHEMICAL FRUIT COMPOSITION  
IN F1 HYBRIDS OBTAINED ON THE BASIS OF RACEMOSE FORMS OF TOMATO

Tomato hybrids of the first generation, obtained with using racemose accessions, were evaluated for traits which characterize plant productivity and biochemical composition of the fruits. It was found out that cross combinations differed from one another, and the best cross combinations for the traits of fruit weight per plant, average fruit weight, total dry solids, mono- and disaccharides, carotenoids and ascorbic acid were defined. Two prospective lines L8 and L90, which were parents of the best hybrids for targeted traits, were identified as components for mating design. The high and positive relationship was established between average fruit weight and fruit weight per plant ( $r = 0,87$ ), solids on one side and a number of monosaccharides (0,93), disaccharides (0,87) and ascorbic acid (0,81) on the other side; it makes a favorable forecast for the comprehensive improvement of these traits through breeding.

Keywords: hybrids, productivity, carotene, ascorbic acid, dry matters, sugars.

УДК 504.064.36.574

**О. В. Ковалёва**Кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой экологии,  
УО «ГГУ им. Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь**МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗООПЛАНКТОНА И КАЧЕСТВА ВОДЫ  
МАЛОЙ РЕКИ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ВЛИЯНИЮ СТОЧНЫХ ВОД**

*В статье приведены результаты многолетних исследований, проведенных на малой реке, подверженной влиянию сточных вод города. Установлено, что качество воды в реке по некоторым гидрохимическим показателям не соответствует нормативам. Река загрязнена железом общими, азотом аммонийным, азотом нитритным, цинком, фосфором фосфатным, нефтепродуктами, марганцем. При постоянном влиянии очищенных городских сточных вод сформированное в этих условиях зоопланктонное сообщество имеет относительно стабильные качественные и количественные характеристики. Для показателей развития зоопланктона Узы характерно значительное количественное развитие зоопланктона, доминирование 1–2 видов, рост доли коловраток, преобладание видов-индикаторов мезосапробных условий, в том числе альфа-мезосапробных, высокие величины индексов сапробности и  $Q_{в.т.}$ . Все это свидетельствует о целесообразности использования особенностей развития зоопланктона для индикационных целей в условиях постоянного влияния сточных вод.*

*Ключевые слова:* малая река, сточные воды, зоопланктон, биоиндикация.

**Введение**

На территории Гомельской области насчитывается порядка 123 малых рек общей протяженностью 3265,5 км [1]. В бассейнах малых рек формируется значительная часть водных ресурсов региона. Качественное состояние малых рек во многом определяется хозяйственной деятельностью на водосборах. Малые реки, в отличие от средних и больших, наиболее быстро реагируют на изменение темпов хозяйственных нагрузок [2]. Наибольшее влияние на реки оказывается там, где они протекают через урбанизированные территории. Это влияние выражается в заборе воды из рек на водохозяйственные нужды города и промышленных предприятий, рекреационном использовании, поступлении ливневых, производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод и др.

Объектом нашего исследования стала река Уза, принимающая очищенные и разбавленные сточные воды г. Гомель. Уза – река в Буда-Кошелевском и Гомельском районах Гомельской области, правый приток р. Сож. Длина – 76 км, площадь водосбора – 944 км<sup>2</sup>, среднегодовой расход воды в устье – 3,4 м<sup>3</sup>/с, густота речной системы – 0,23 км/км<sup>2</sup> [3, 423]. Русло реки канализованное, спрямлено, углублено; в нижнем течении русло естественное, умеренно извилистое. Тип донных отложений – заиленный песок (по полученным данным: песок – 90 %, ил – 10 %). Очищенные сточные воды по сбросному трубопроводу, длина которого 1000 м, подаются в отводной канал длиной 1000 м, затем – в Мильчанскую канаву длиной 6700 м, а после – в реку Уза, которая впадает в Сож (рисунок 1).



ОС – очистные сооружения

**Рисунок 1.** – Схема движения очищенных сточных вод от очистных сооружений к водоёмам-приёмникам [4]

Цель исследования состояла в оценке динамики качества воды реки Уза в условиях поступления в нее очищенных и разбавленных городских сточных вод.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

- 1 Проанализировать многолетнюю динамику гидрохимического состава Узы.
- 2 Установить изменения в видовом составе зоопланктона реки.
- 3 Изучить и проанализировать структурные характеристики сообщества зоопланктона р. Уза.
- 4 Дать оценку качества воды реки.

Для проведения исследований на реке выбраны были 2 створа – выше и ниже поступления в воды Мильчанской канавы очищенных и разбавленных сточных вод г. Гомель. Исследования проводились в разные сезоны 1996, 2005, 2014 гг., то есть примерно с десятилетним интервалом. В 1996 и 2014 гг. исследования имели круглогодичный характер. Для корректного сопоставления результатов в основу работы положены данные, полученные в одни и те же месяцы (с апреля по октябрь) указанных лет. Сбор, обработку проб и определение видов зоопланктона проводили стандартными, принятыми в гидробиологии методами [5].

С целью выявления степени влияния на водоток исследованиями были также охвачены и очистные сооружения города Гомель (2010–2014 гг.). Изучалось содержание загрязняющих веществ в сточных водах на двух ступенях очистки: механической и биологической, что позволило рассчитать эффективность очистки на данных этапах и, в целом, работы городских очистных сооружений.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Уза, по многолетним данным, является самым загрязненным притоком р. Сож, что связано с поступлением в реку сточных вод, сбрасываемых с городских очистных сооружений и других предприятий Гомеля. Для нее характерно устойчивое загрязнение азотом аммонийным, азотом нитритным, фосфором фосфатным, нефтепродуктами [6, 143], [7, 162].

Нашими исследованиями установлено, что река загрязнена железом общим (1,2–2,8 ПДК), азотом аммонийным (1,1–2,36 ПДК), азотом нитритным (1,1–2,04 ПДК), цинком (1,11–1,19 ПДК), фосфором фосфатным (1,11–1,24 ПДК), нефтепродуктами (1,05–1,40 ПДК), марганцем (1,87–2,56 ПДК). Отмечено существенное улучшение гидрохимической обстановки на р. Уза. На протяжении длительного периода воды Узы характеризовались как «загрязненные» (IV класс качества). Прослеживается динамика снижения концентраций основных загрязняющих веществ в реке и индекса загрязнения воды (рисунок 2). Так, если в 1994 году ИЗВ Узы составлял 3,6, то в последние годы он снизился до 2,1–2,5. Рассчитанный нами ИЗВ (1,8–2,3) позволяет отнести воду реки к III классу качества (умеренно загрязненная).

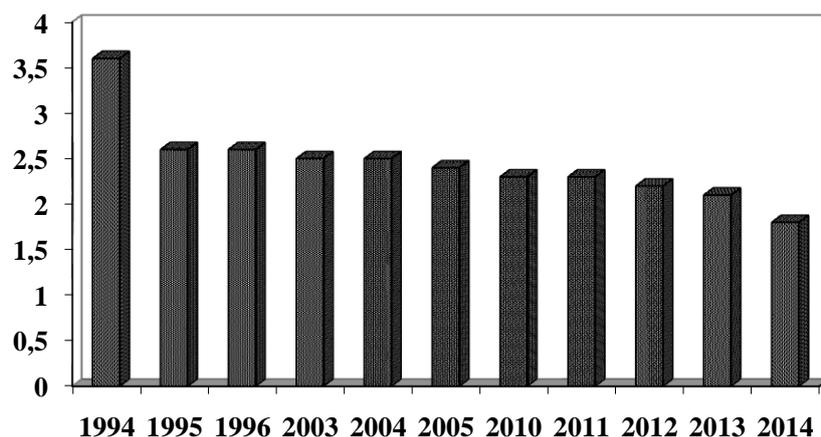


Рисунок 2. – Многолетняя динамика ИЗВ реки Уза

**Результаты 1996 г.** В зоопланктоне исследованных станций реки Уза в 1996 г. обнаружено 58 видов и внутривидовых таксона: Rotifera – 33, Cladocera – 17, Copepoda – 8 (таблица 1). При этом ниже впадения в реку Мильчанской канавы со сточными водами количество видов увеличилось с 40 до 53 (таблица 2), в основном за счет повышения разнообразия коловраток. Доля Rotifera в видовом разнообразии зоопланктона составляла в среднем 57 % (55 % на станции 1 и 59 % на станции 2).

Таблица 1. – Видовой состав зоопланктона р. Уза

Виды и варианты зоопланктона	1996 г.		2005 г.		2014 г.	
	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 1	Ст. 2
1	2	3	4	5	6	7
<b>Rotifera:</b>						
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+	+	+	+
<i>A. sieboldi</i> (Leydig, 1854)	+			+	+	+
<i>A. herricki</i> (Guerne, 1888)				+		
<i>Bdelloidea</i> fam.sp.,	+	+	+	+		
в том числе						
<i>Philodina</i> sp.					+	+
<i>Rotaria</i> sp.						+
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851				+	+	+
<i>Br. calyciflorus amphyceros</i> Ehrenberg, 1838	+	+		+	+	+
<i>Br. c. anuraephormis</i> Brehm, 1909						+
<i>Br. calyciflorus calyciflorus</i> (Pallas, 1776)				+	+	+
<i>Br. c. spinosus</i> Wierzejsky, 1891	+	+	+	+		+
<b>Br. diversicornis diversicornis</b> (Daday, 1883)	+	+	+	+	+	+
<b>Br. d. homoceros</b> (Wierzejski, 1891)	+	+		+		+
<i>Br. q. ancylognatus</i> Schmarda, 1859			+	+		+
<i>Br. q. brevispinus</i> Ehrenberg, 1832						+
<i>Br. q. quadridentatus</i> Hermann, 1783		+	+		+	+
<i>Cephalodella fluviatilis</i> (Zavadowsky, 1962)	+	+	+	+	+	+
<b>Conochilus unicornis</b> Rousselet, 1892		+				+
<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse, 1886)	+	+			+	+
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)			+	+		
<i>Filinia longiseta longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+		+	+	+
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)				+		
<i>Kellicottia longispina longispina</i> (Kellicot, 1879)	+	+			+	+
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+	+	+
<i>K. c. tecta</i> (Gosse, 1851)	+	+	+		+	+
<i>K. quadrata quadrata</i> (Muller, 1786)	+	+	+	+	+	+
<i>Lecane (s.str.) flexilis</i> (Gosse, 1886)	+	+	+	+	+	+
<i>L. (s.str.) inermis</i> (Bryce, 1892)		+		+		+
<i>L. (s.str.) luna</i> (Muller, 1776)		+			+	
<i>L. (s.str.) tenuiseta tenuiseta</i> (Harring, 1914)	+	+	+	+	+	+
<i>L. (s.str.) unguolata</i> (Gosse, 1887)		+				
<i>L. (Monostyla) bulla bulla</i> (Gosse, 1832)	+	+			+	
<i>L. (M.) closterocerca</i> (Schmarda, 1859)		+				
<i>L. (M.) copies</i> (Harring et Myers, 1926)		+				+
<i>L. (M.) decipiens</i> (Murray, 1913)		+				
<i>L. (M.) hamata</i> (Stokes, 1869)	+	+	+	+	+	+
<i>L. (M.) lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)		+				
<i>Mytilina</i> (Vincent, 1826) sp.				+		
<i>Monommata longiseta</i> (Muller, 1786)		+				
<i>Platylas quadricornis quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)		+				
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	+	+	+	+	+	+
<i>P. vulgaris</i> (Carlin, 1943)				+		
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	+	+	+	+	+	+
<i>Trichocerca</i> (Lamarck, 1801) sp.				+		
<i>Tr. (s.str.) pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	+	+	+	+	+	+
<i>Tr. (s.str.) cylindrica</i> (Imhof, 1891)	+		+			

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
<b>Cladocera:</b>						
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862	+	+	+		+	
<i>Al. quadrangularis</i> (O.F.Muller, 1785)					+	
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)		+				
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Muller, 1785)	+	+	+	+	+	+
<i>Bosminopsis deitersi zernovi</i> Linko, 1901	+	+	+	+	+	+
<i>Biapertura affinis</i> (Leydig, 1860)		+				
<i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg, 1862	+				+	+
<i>Cr. reticulata</i> (Jurine, 1820)	+	+				+
<i>Chydorus sphaericus sphaericus</i> (O.F.Muller, 1785)	+	+	+	+	+	+
<i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862	+	+	+	+	+	+
<i>Dp. longispina</i> (O.F.Muller, 1785)			+		+	+
<i>D. pulex</i> Leydig, 1860		+				+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	+				+	
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	+	+			+	
<i>Ilyocryptus sordidus</i> (Lievin, 1848)						+
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brady		+				+
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)		+	+			
<i>Pleuroxus striatus</i> Schoedler, 1858					+	
<i>Pleuroxus truncatus truncatus</i> (O.F.Muller, 1785)	+	+			+	+
<i>Pl. trigonellus</i> (O.F.Muller, 1785)					+	
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.Muller, 1785)	+	+	+	+	+	+
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.Muller, 1776)	+	+	+	+	+	+
<b>Copepoda:</b>						
<i>Cyclops</i> (O.F.Muller, 1776) sp.				+		
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	+	+	+	+	+
<i>Ec. speratus</i> (Lilljeborg, 1901)	+					
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	+	+	+		+	+
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	+			+	+
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	+	+			+	
<i>Paracyclops fimbriatus chiloni</i> (Thomson, 1882)		+				
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)		+				+
<i>Th. oithonoides</i> (Sars, 1863)	+	+	+	+	+	+
<b>Всего:</b>	<b>40</b>	<b>53</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>43</b>	<b>48</b>

Таблица 2. – Показатели структуры сообществ зоопланктона р. Уза

Показатели	Годы					
	1996		2005		2014	
	Станция 1	Станция 2	Станция 1	Станция 2	Станция 1	Станция 2
Количество видов	40	53	30	36	43	48
Доля коловраток в видовом разнообразии, %	55	59	55	75	53	56
Доля видов-индикаторов загрязнения, %	79	87	69	81	70	77
Доля индикаторов загрязненных вод, %	49	56	42	50	43	56,5
Доля индикаторов грязных вод, %	–	2	–	–	–	2,5
Средняя плотность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	342,2	635,1	128,6	416,3	146,7	524,9
Доля коловраток в плотности, %	98,2	99,9	53,4	61,7	93,6	99,9
Индекс Q <sub>вТ</sub>	2	5	2	3,5	5	11
Индекс сапробности	2,1	2,4	1,95	2,18	1,67	1,83

Большая часть обнаруженных видов зоопланктона – 87 % – является индикаторами качества воды. Среди них 58 % приходится на показатели загрязненных условий: на станции 1 они составляют 49 % общего количества индикаторных организмов, на станции 2 – 56 % (таблица 2). На станции ниже поступления сточных вод обнаружена *Dp. pulex* – показатель грязных вод. Индекс загрязнения Пантле

и Букка в модификации Сладечека на станциях в большинстве случаев изменяется в пределах 1,96–2,44, что соответствует классу умеренно загрязненных вод, однако в отдельные периоды исследований на станции 2 он составляет 2,53–2,58, что характеризует воду здесь как загрязненную. При этом, минимальные величины индекса загрязнения наблюдаются в зимний период исследований, наиболее высокие значения индекса отмечаются в конце лета – начале осени. Плотность зоопланктона изменяется в пределах 32,28–712,45 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 27,9–1214,3 мг/м<sup>3</sup>. Основу плотности (98,2–99,9 %) и биомассы (74,3–98,7 %) составляют коловратки, доминирующие виды – *Br. calyciflorus*, *Br. diversicornis*, являющиеся индикаторами загрязнения воды.

Индекс  $Q_{в/т}$  (отношение числа видов рода *Brachionus* к числу видов рода *Trichocerca*) обладает достаточно высокой информативностью при индикации качества воды. В олиготрофных водоемах он менее 1,0, в мезотрофных изменяется от 1,0 до 2,0 и в эвтрофных водоемах значения индекса превышают 2,0. Установлено, что величины индекса характеризуют воды Узы как мезотрофные (створ 1) и эвтрофные (створ 2), отражая нагрузку на реку.

**Результаты 2005 г.** В 2005 г. состав зоопланктона оказался беднее – 42 вида и внутривидовых таксона (30 и 36 на станции 1 и 2 соответственно), в том числе 29 – коловраток, 9 – ветвистоусых и 4 – веслоногих ракообразных. Особенно значительные различия в сравнении с 1996 г. были в таксономической структуре. По-прежнему в видовом разнообразии доминировали Rotifera, однако их вклад в видовое богатство составил 69 %, в том числе 55 % на створе 1 и 75 % на створе 2.

Количественные показатели имели такой же порядок величин, как и в 1996 г., однако средняя плотность зоопланктона оказалась примерно в 3 раза ниже и изменялась в пределах 13,0–631,0 тыс. экз./м<sup>3</sup>. В то же время величины биомассы были сопоставимы с таковыми в 1996 г. – 11,4–1218,5 мг/м<sup>3</sup>. Последнее, очевидно, объясняется тем фактом, что в 2005 г. в Узе доля коловраток в общей плотности была существенно ниже (в среднем 56,6 %), тогда как вклад кладоцер в формирование общих величин плотности превышал 40 %. Доминирующие виды *Brachionus calyciflorus*, *Br. diversicornis*, *L. inermis*, при этом первые два вида преобладали в зоопланктоне реки и в 1996 г. Доля видов-индикаторов по-прежнему велика, при этом индикаторы загрязненных вод составляют 42 % (створ 1) и 50 % (створ 2). В 2005 г. нами не обнаружен индикатор грязных вод *Dp. pulex*. Величины индекса сапробности составляли 1,88–2,23, характеризуя воды реки как умеренно загрязненные.

Индекс  $Q_{в/т}$  на станции 1 имеет такие же величины, как и в 1996 г., на станции 2 он несколько ниже, но также находится в пределах, характерных для эвтрофных водоемов.

**Результаты 2014 г.** В зоопланктоне реки обнаружено 57 видов и вариететов, включая 32 – Rotifera, 19 – Cladocera и 6 – Copepoda, то есть по сравнению с 1996 г. Почти не изменилось количество видов коловраток, несколько снизилось разнообразие веслоногих ракообразных и незначительно увеличилось таковое ветвистоусых. Однако видовой состав в указанные годы нельзя назвать идентичным – в 2014 г. обнаружены виды, не отмеченные нами при более ранних исследованиях 1996 г. (*Philodina* sp., *Rotaria* sp., *Br. c. anuraephormis*, *Br. q. ancylognatus*, *Br. q. brevispinus*, *Il. sordidus* и др.), и, наоборот, более поздние исследования не выявили *L. (s.str.) unguolata*, *L. (M.) closterocerca*, *L. (M.) decipiens*, *L. (M.) lunaris*, *Mn. longiseta*, *Pl. q. quadricornis*, *Vp. affinis*, *Ec. speratus* и др. В видовом разнообразии так же, как и в предыдущие годы, преобладали коловратки – 56 % (53 % – створ 1, 63 % – створ 2).

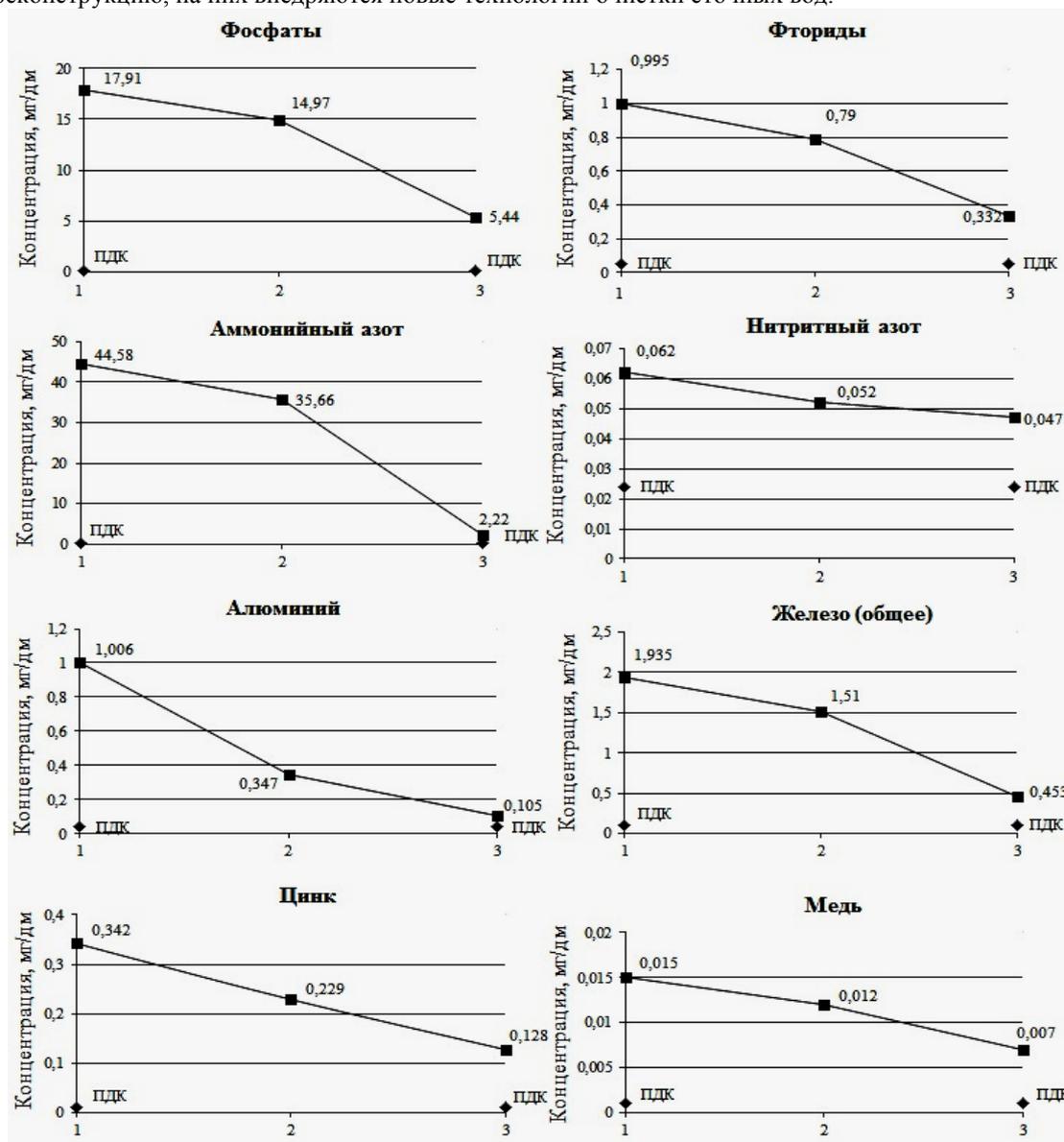
Под влиянием очищенных и разбавленных городских сточных вод возрастает количество видов-индикаторов сапробности (с 70 до 77 %). При этом в створе 1 индикаторы загрязненных вод составляют 43 %, в створе 2 – 56,5 %. На станции ниже поступления сточных вод обнаружены индикаторы грязных вод – 2,5 %.

Расчитанный индекс сапробности в разные периоды исследований составляет 1,1–2,38 (створ 1), 1,1–2,56 (створ 2). Средние величины индекса (1,67 – выше и 1,83 – ниже поступления сточных вод) характеризуют р. Уза «умеренно (слабо) загрязненную», что соответствует III классу качества воды, за исключением лета и осени, когда индекс сапробности в створе 2 возрастает до 2,51–2,56, характеризуя реку на указанном участке как «загрязненную», то есть относящуюся к IV классу качества. Следует отметить, что в целом величины индекса сапробности имеют тенденцию к снижению по сравнению с таковыми при более ранних исследованиях.

Плотность зоопланктона составляет 16,28–913,56 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 14,3–1108,6 мг/м<sup>3</sup>. Основу плотности (93,6–99,9 %) составляют коловратки, доминирующие виды – по-прежнему коловратки рода *Brachionus* – являющиеся индикаторами загрязнения воды.

Величины индекса  $Q_{в/т}$  существенно увеличились в 2014 г. и составили 5 (на станции 1) и 11 (на станции 2), характеризуя воды реки как эвтрофные.

Устаноўлена, што ў цэлым ачыстныя саоружэння працуюць удзявольніцельна – эфектыўнасць механічнай ачысткі дасягае 93,6 %, біялагічнай – 94,93 % па розным рэчывам (рысунак 3). Аналізуючы дынаміку за 5 гадоў, можна гаварыць аб павышэнні эфектыўнасці ачысткі практычна па ўсім забруджваючым рэчывам, пачынаючы з 2010 па 2014 гады. Апошняе, верагодна, тлумачыцца тым фактам, што гарадскія ачыстныя саоружэння праходзяць рэканструкцыю, на іх уводзяцца новыя тэхналогіі ачысткі сточных вод.



1 – приемная камера очистных сооружений; 2 – после первичных отстойников;  
3 – выпуск из очистных сооружений

Рисунок 3. – Динамика концентраций загрязняющих веществ

Как показывают результаты НСМОС РБ (Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь), на р. Уза, испытывающей нагрузку одного из наиболее крупных промышленных центров республики, отмечается напряженная экологическая обстановка. Несмотря на постепенное снижение концентраций загрязнителей в составе сбрасываемых сточных вод, результаты гидробиологических наблюдений по-прежнему свидетельствуют о неблагоприятной обстановке на водотоке и не подтверждают факта улучшения состояния экосистемы реки. Она по-прежнему относится к III–IV классу качества [8, 101–102].

### Выводы

Исследования, проведенные примерно с 10-летним интервалом (1996, 2005, 2014 гг.) на малой реке, подверженной влиянию очищенных и разбавленных сточных вод города, показали, что качество воды в ней по некоторым гидрохимическим показателям не соответствует нормативам. Река загрязнена железом общим, азотом аммонийным, азотом нитритным, цинком, фосфором фосфатным, нефтепродуктами, марганцем. Вместе с тем, отмечено существенное улучшение гидрохимической обстановки на р. Уза. На протяжении длительного периода воды Узы по ИЗВ характеризовались как «загрязненные» (IV класс качества). Рассчитанный нами ИЗВ позволяет отнести воду реки в 2014 г. к III классу качества (умеренно загрязненная).

При постоянном влиянии очищенных городских сточных вод сформированное в этих условиях зоопланктонное сообщество имеет относительно стабильные качественные и количественные характеристики. Для показателей развития зоопланктона Узы характерно значительное количественное развитие зоопланктона, доминирование 1–2 видов, рост доли коловраток, преобладание видов-индикаторов мезосапробных условий, в том числе альфа-мезосапробных, высокие величины индексов сапробности и  $Q_{B/T}$ . Все это свидетельствует о целесообразности использования особенностей развития зоопланктона для индикационных целей в условиях постоянного влияния сточных вод.

### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мележ, Т. А. Районирование территории Гомельской области по уровню антропогенной нагрузки на бассейны малых рек / Т. А. Мележ, А. А. Мележ // Малые реки: экологическое состояние и перспективы развития : материалы докладов II Всероссийской науч. конф. с международным участием (Чебоксары, 7–8 декабря 2012 г.) / редкол.: А. В. Дмитриев (гл. ред.) [и др.]. – Чебоксары, 2012. – С. 12–16.
2. Караганова, Н. Г. Сезонная динамика качества воды малых рек урбанизированной территории (на примере реки Чебоксарка) / Н. Г. Караганова, И. В. Никонорова // Малые реки: экологическое состояние и перспективы развития : материалы докладов II Всероссийской науч. конф. с междунар. участием (Чебоксары, 7–8 декабря 2012 г.) / редкол.: А. В. Дмитриев (гл. ред.) [и др.]. – Чебоксары, 2012. – С. 173–177.
3. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб'ектаў. – Мінск : БелЭн, 2007. – 480 с.
4. Технологический регламент очистных сооружений города Гомеля. – Гомель, 2011. – 89 с.
5. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
6. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2005 год / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск : Минсктиппроект, 2006. – 285 с.
7. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2010 год / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск : Минсктиппроект, 2011. – 397 с.
8. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2012 / под общ. ред. С. И. Кузьмина. – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2013. – 344 с.

*Поступила в редакцию 16.02.16*

E-mail: sanakovaleva@mail.ru

Kovaleva Oksana

### LONG-TERM DYNAMICS OF ZOOPLANKTON INDICES AND HEADWATER QUALITY AFFECTED BY WASTEWATER

The results of long-lasting investigations of headwater affected by city wastewater were shown. It was stated that quality of river water didn't meet some hydrochemical norms. The river was polluted with total iron, ammoniacal nitrogen, nitrite nitrogen, zink, phosphate-phosphorus, petrochemicals, manganese. Constant influence of treated city sewage water was characterized by sustainable qualitative and quantitative aspects upon the condition of zooplankton community. Significant quantitative development of zooplankton in the Uza river was determined by dominancy of 1–2 species, rotifer growth and predominance of such species-indicators of mesosaprobic conditions as alpha – mesosaprobic conditions, high saprobity indices and  $Q_{B/T}$ . It all testified to purposefulness of peculiarities of zooplankton development use upon conditions of wastewater influence.

Keywords: headwater, wastewater, zooplankton, bioindication.

УДК 630\*232.32

**В. В. Копытков<sup>1</sup>, В. Г. Ропот<sup>2</sup>, О. В. Кондратенко<sup>3</sup>, Т. П. Антонович<sup>4</sup>,  
Д. С. Захаренко<sup>5</sup>, Е. В. Орлова<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>К.с.-х.н., доцент, сектор биорегуляции выращивания лесопосадочного материала, заведующий сектором, ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Ведущий инженер по лесовосстановлению и мелиорации,

ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз», г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Младший научный сотрудник, сектор биорегуляции выращивания лесопосадочного материала, ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

<sup>4</sup>Магистрант кафедры биологии,

МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>5</sup>Студент Мозырского государственного педагогического университета им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>6</sup>Студентка Мозырского государственного педагогического университета им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

### СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОСТАВОВ

*Изучены способы продления периода посадки леса на основе композиционных полимерных препаратов. Установлено, что однолетние сеянцы сосны обыкновенной имеют приживаемость 90%, а двухлетние – 72%. Аналогичная закономерность наблюдалась при определении приживаемости сеянцев березы повислой.*

*Предпосадочная обработка корневых систем сеянцев сосны и березы композиционными полимерными составами увеличивает текущий прирост растений в высоту на 33–65% и продлевает период посадки леса.*

*Ключевые слова: лесные культуры, композиционные полимерные составы, сеянцы хвойных и лиственных пород, обработка корней, приживаемость, биометрические показатели.*

#### **Введение**

В связи с колебаниями температуры в условиях Беларуси и неравномерным количеством осадков в вегетационный период при посадке леса происходит иссушение корневых систем посадочного материала и лесные культуры имеют низкую приживаемость (до 50%). Предотвратить иссушение корневых систем хвойных и лиственных пород и одновременно повысить их приживаемость можно с использованием композиционных полимерных составов. Композиционные полимерные составы с целевыми добавками могут сохранить в течение определенного периода первоначальное физиологическое состояние растений, способствуют адсорбированию почвенной влаги, за счет чего увеличиваются в объеме более чем в 600 раз [1]. Композиционные полимерные составы обладают широким спектром физико-химических свойств, позволяющих защитить посадочный материал от неблагоприятных внешних факторов, повысить сохранность и устойчивость растений.

Цель исследований – повысить эффективность создания лесных культур с использованием композиционных полимерных составов.

*Методы исследования.* Исследования и разработка композиционных полимерных составов для продления периода посадки леса проводилась путем сочетания различных ингредиентов и их концентраций.

Физико-химические свойства композиционных полимерных составов изучали с использованием шкалы оценок долговечности по данным профессора Л. С. Корецкой [2] в ИММС НАНБ. Важным критерием при выборе ингредиентов состава является их влагоудерживающая способность.

Процесс определения содержания влаги в зоне корневых систем включает проведение испытаний в лабораторных условиях путем определения величины сорбции жидкой среды методом равновесного влагопоглощения с использованием аналитических весов ВЛР-200 [3]. Разработку композиционных полимерных составов и их исследование проводили в лабораторных условиях ИММС НАН Беларуси им. В. А. Белого и ИЛ НАН Беларуси. Полученные результаты исследований обработаны методами математической статистики, оптимизация составов выполнена с применением симплекс-решетчатого метода планирования эксперимента [4]; [5]. Испытания проводили путем погружения корневых систем сеянцев в композиционные полимерные составы. Взвешивание сеянцев, погруженных в жидкую среду, производилось через 0,25; 0,5; 1; 3; 6; 8; 24; 48 и 72 часа.

Изучение приживаемости лесных культур проведено в соответствии с ТКП 047-2009 «Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь» [6]. Закладка опытного объекта проведена в Моисеевском лесничестве Мозырского опытного лесхоза Гомельского ГПЛХО в период с 05 апреля по 10 мая 2015 года на площади 3,0 га. Размер одной пробной площади составляет 50x100 м и имеет форму прямоугольника. Каждый вариант опыта заложен в 3-кратной повторности. Тип лесорастительных условий А<sub>2</sub>. При закладке опытного объекта варианты опыта размещали рендомизированно. Высоту лесных культур и текущий прирост в высоту определяли линейкой.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

При выкопке из почвы сеянцы сортировали на стандартные и нестандартные. При использовании неотсортированного посадочного материала резко снижается степень иссушения корневых систем. При сортировке посадочного материала сеянцев сосны обыкновенной было выбраковано 15–20% нестандартного посадочного материала, а при сортировке сеянцев березы повислой – 12–15%.

Корневые системы стандартных растений обрабатывали полимерными составами для предохранения их от иссушения. Тонкий слой защитного покрытия, образованный на корневой системе, предохраняет ее от иссушения в процессе хранения и транспортировки. В зависимости от вида посадочного материала разработаны различные модифицированные композиционные составы.

При разработке композиционных полимерных препаратов учитывали не только совместимость ингредиентов, но и водородный показатель (рН). Оптимальный водородный показатель для сеянцев сосны обыкновенной составляет рН 4,5–5,5 единиц, а для березы повислой рН 5,5–6,5 единиц.

Для предотвращения иссушения корневых систем растений и увеличения периода их посадки без снижения физиологического качества посадочного материала усовершенствована новая агротехнология на основе использования композиционных полимерных препаратов. Обработка корневой системы растений пленкообразующим препаратом предохраняет сеянцы и саженцы от иссушения при хранении и транспортировке, а также значительно уменьшает повреждаемость корневых систем и надземной части при ручной и особенно механизированной посадках. Кроме того, защищает растения от неблагоприятных температурных и инфекционных воздействий [7], [8].

Разработанные составы и их основные свойства для защиты корневой системы сеянцев хвойных пород приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, сочетание выбранных компонентов позволило увеличить эластичность полимерного покрытия на 20–30%, улучшить однородность покрытий на 33%. Отсутствие в растворе экстракта торфа водный «Черный доктор» (состав 6) и сульфата цинка (состав 7) приводит к ухудшению свойств разработанного состава.

Для повышения эффективности композиционных полимерных составов использовали в качестве целевых добавок стимуляторы роста и элементы минерального питания.

Натрийкарбоксиметилцеллюлоза применена нами для создания покрытий на корневой системе сеянцев сосны обыкновенной, которые защищают растения от иссушения и повышают эластичность полимерного покрытия. Для повышения эластичности полимерного покрытия растений и снижения в них внутренних напряжений в раствор натрийкарбоксиметилцеллюлозы вводили экстракт торфа водный «Черный доктор». Увеличение гомогенности ингредиентов в составе достигали путем дополнительного введения в состав сульфат цинка. При этом вещества, введенные в состав, способствуют повышению эластичности полимерного покрытия, образованию однородных покрытий и повышают приживаемость растений.

Таблица 1. – Влияние различных целевых добавок и концентрации полимера на свойства покрытий

Компоненты и свойства	Содержание составов, мас. %						
	предлагаемые			запредельные значения		без одного компонента	
I. Компоненты	1	2	3	4	5	6	7
1. Натрийкарбоксиметилцеллюлоза	4	6	9	3,5	10,5	6	6
2. Экстракт торфа водный «Черный доктор»	6	8	10	5,5	10,5	-	4,8
3. Сульфат цинка	0,004	0,006	0,008	0,003	0,009	0,006	-
4. Вода	89,996	85,994	80,992	90,997	78,991	93,994	89,2
II. Свойства							
1. Эластичность полимерного покрытия, мм	7	8	8	10	11	10	11
2. Однородность покрытий, класс	4	4	4	5	5	5	6

В настоящее время натрийкарбоксиметилцеллюлоза применяется в качестве заменителя крахмала при отделке белья и одежды из хлопчатобумажных и льняных тканей, в качестве активной добавки в синтетически моющие средства. Сульфат цинка (цинк сернокислый) ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) – порошок белого цвета, содержащий 22% цинка, используется в качестве микроудобрений для выращивания сельскохозяйственных культур.

Однолетние сеянцы сосны обыкновенной теряют влажность корневых систем с первых часов исследований. На контрольном варианте опыта в течение трех суток корневые системы сеянцев сосны обыкновенной теряют более 50% воды. Степень иссушения корневых систем наблюдается спустя 3–6 часов после постановки эксперимента. По-другому прослеживается динамика потери воды корневыми системами однолетними сеянцами березы повислой. На контрольном варианте опыта потеря массы за трое суток составила 35,6%. В то же время за первые сутки потеря массы составила 22,6%, а за вторые – 27,1% (таблица 2).

Таблица 2. – Потеря влаги корневыми системами сеянцев древесных пород в зависимости от длительности эксперимента, мас. %

Вариант опыта	Длительность эксперимента, час								
	0,25	0,5	1	3	6	8	24	48	72
Однолетние сеянцы сосны обыкновенной									
Контроль (без обработки)	4,8	6,7	9,0	15,3	32,4	41,3	47,6	49,2	51,4
Обработка корневых систем композиционным полимерным составом	4,0	5,9	8,3	14,0	27,6	33,2	36,2	38,5	40,1
Однолетние сеянцы березы повислой									
Контроль (без обработки)	2,1	2,8	3,9	7,9	14,9	18,3	22,6	27,1	35,6
Обработка корневых систем композиционным полимерным составом	0,6	1,1	2,2	4,8	5,2	10,6	12,7	14,2	15,9

При обработке корневых систем сеянцев березы повислой композиционным полимерным препаратом почти вдвое сокращаются потери воды. Концентрация водного раствора полимера оказывает влияние на потерю массы корневых систем.

Изучены прочностные показатели корневых систем сеянцев, которые увеличиваются при обработке корневых систем композиционными составами. Наибольшее разрывное усилие зафиксировано на варианте с обработкой корней (2,4–4,3 кг/с), на контрольном варианте – 0,8–2,2 кг/с.

Успех лесопосадочных работ во многом зависит от качества посадочного материала, его биологических особенностей и физиологического состояния. В процессе хранения и перевозки посадочного материала растения могут быть значительно ослаблены из-за подсыхания корневой системы. Корневая система очень чувствительна к действию многих факторов окружающей среды. В первую очередь это относится к мелким корешкам, которые наиболее активны в физиологическом отношении. Поэтому возникает вопрос сохранения корневой системы растений во влажном состоянии от момента выкопки и до посадки растений на лесокультурной площади.

В результате натурных испытаний установлены математические зависимости содержания влаги в корневых системах растений сеянцев сосны обыкновенной от времени после их обработки. Такие зависимости можно выразить уравнениями:

$$y_1 = 0,002 \cdot x^2 - 0,56 \cdot x + 58,2 \cdot$$

$$y_2 = 0,002 \cdot x^2 - 0,14 \cdot x + 62,12, \quad (1)$$

где  $y_1$  – содержание влаги в корневых системах растений в контрольной партии (обработка торфо-глинистой смесью), %;

$y_2$  – содержание влаги в корневых системах растений, обработанных разработанным полимерным препаратом, %;

$x$  – время с момента обработки корневых систем растений, ч.

Для создания лесных культур были определены биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной и березы повислой. Высота сеянцев сосны обыкновенной находилась в интервале 7,3–12,1 см, а диаметр корневой шейки – 1,9–2,4 мм. Опытный объект заложен в 3-кратной повторности. Корневые системы сеянцев сосны обыкновенной и березы повислой обрабатывали модифицированным композиционным составом, содержащим NaKMЦ – 5%, стимулятор роста (экосил) – 1,5 мас%, органоминеральную смесь – 21%, воду – остальное. Контрольные сеянцы обрабатывали торфоглинистой смесью (таблица 3).

Таблица 3. – Биометрические показатели посадочного материала

Варианты опыта	Биометрические параметры роста и развития сеянцев	
	высота стволика, см min/max	диаметр корневой шейки, мм min/max
Сеянцы сосны обыкновенной		
Контроль (в прикопке)	7,3/12,1	1,9/2,4
Обработка корней композиционным составом и укладка в кассеты	7,2/12,3	2,0/2,5
Сеянцы березы повислой		
Контроль (в прикопке)	12,5/17,7	3,0/3,7
Обработка корней композиционным составом и укладка в кассеты	12,3/17,8	2,9/3,6

Характеристика биометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной и березы повислой, которые были использованы для создания лесных культур, представлена в таблице 4.

Таблица 4. – Характеристика биометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной и березы повислой

Порода	Возраст сеянцев, лет	Масса 100 шт. сеянцев, г				
		надземная часть			корневые системы	
		стволик	хвоя	вся надземная часть	мелкие корни	все корни
Сосна обыкновенная	1	2,2	7,2	9,4	3,0	3,0
	2	16,7	35,9	52,6	13,7	18,8
Береза повислая	1	27,3	34,2	61,5	14,8	53,1

Транспортировка и предпосадочное хранение посадочного материала в ящиках являются наиболее перспективными. Это позволяет хорошо сохранить качество посадочного материала, исключить ряд трудоемких ручных операций и уменьшить количество механических повреждений (таблица 5).

Таблица 5. – Влияние транспортировки и хранения сеянцев на механические повреждения надземной части и корневых систем растений

Способы транспортировки и хранения	Растения, поврежденные перед посадкой, %	
	подземной части	наземной части
Транспортировка в пучках, хранение в прикопке	9-11	8-10
Транспортировка и хранение в ящиках	1-2	1-2

Эффективность создания лесных культур определялась приживаемостью растений. В таблице 6 показана приживаемость сеянцев на лесокультурной площади.

Таблица 6. – Приживаемость сеянцев на лесокультурной площади в зависимости от вида и возраста посадочного материала

Вариант опыта	Приживаемость лесных культур, %			
	Вид и возраст сеянцев			
	однолетние сеянцы сосны обыкновенной	двухлетние сеянцы сосны обыкновенной	однолетние сеянцы березы	двухлетние сеянцы березы
Контроль (без обработки корневых систем)	72	67	61	59
Корневые системы, обработанные композиционным полимерным составом	90	88	80	75

Установлено, что однолетние сеянцы сосны обыкновенной имеют приживаемость 90%, а двухлетние – 88%. Обработка корневых систем сеянцев сосны композиционным полимерным составом способствовала увеличению приживаемости растений. Аналогичная закономерность наблюдается при определении приживаемости сеянцев березы повислой.

В таблице 7 представлено влияние способов и времени предпосадочного хранения сеянцев сосны обыкновенной на приживаемость однолетних культур. Наилучшая приживаемость

лесных культур зафиксирована при обработке корневых систем «Корпансилом» и укладкой в кассеты. Приживаемость культур наиболее высокая при ранних сроках посадки и использовании стандартного и отсортированного материала. Такие культуры лучше адаптируются, имеют меньший отпад, успешнее растут и развиваются. При создании лесных культур после двух дней хранения семян приживаемость на всех вариантах была высокая и составляла 98–99%. С увеличением срока хранения семян снижается их приживаемость до 71–95%.

Таблица 7. – Влияние способа и времени предпосадочного хранения семян сосны обыкновенной на приживаемость однолетних культур

Способ хранения семян	Продолжительность хранения, дни	Приживаемость, %
Контроль	2	95
	6	84
	12	71
	25	60
Обработка корней «Корпансилом» и укладка в кассеты	2	99
	6	99
	12	98
	25	95

В результате натурных испытаний установлены математические зависимости содержания влаги в корневых системах растений семян сосны и их приживаемость от времени после их обработки. Такие зависимости можно выразить уравнениями:

$$y_1 = 0,002 \cdot x^2 - 0,56 \cdot x + 58,2,$$

$$y_2 = 0,0015 \cdot x^2 - 0,19 \cdot x + 102,28,$$

где  $y_1$  – содержание влаги в корневых системах растений в контрольной партии (обработка торфоглинистой смесью), %;

$y_2$  – приживаемость культур, обработанных разработанным полимерным составом Корпансил, %;

$x$  – время с момента обработки корневых систем растений, ч.

В таблице 8 дана характеристика опытных культур сосны обыкновенной и березы повислой.

Таблица 8. – Характеристика опытных лесных культур сосны обыкновенной и березы повислой

Вариант опыта	Приживаемость, %	Прирост в высоту, см
Культуры сосны обыкновенной		
Контроль	71	6,4
Обработка корней композиционным составом «Корпансил»	98	8,5
Культуры березы повислой		
Контроль	66	3,8
Обработка корней композиционным составом «Корпансил»	90	10,1

Предпосадочная обработка корневых систем семян сосны и березы композиционным полимерным составом «Корпансил» не только способствует продлению периода посадки лесных культур до 25 дней, но и увеличивает текущий прирост растений в высоту на 33–65%. Приживаемость сосновых культур увеличивается на 21%, а березовых на 36%.

**Выводы**

Разработан новый композиционный полимерный состав для защиты корневых систем посадочного материала от иссушения и изучена динамика степени иссушения корневых систем сеянцев сосны обыкновенной и березы повислой в зависимости от длительности эксперимента. Установлены закономерности роста и развития лесных культур в зависимости от способов хранения и транспортировки сеянцев хвойных и лиственных пород.

Предпосадочная обработка корневых систем сеянцев сосны и березы композиционными полимерными составами увеличивает текущий прирост растений в высоту на 33–65% и продлевает период посадки леса на 25 дней. Приживаемость однолетних сеянцев сосны, обработанных композиционным составом, имеет 90% (без обработки – 72%), двухлетних сеянцев – 88% (без обработки – 67%).

## СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новые композиционные полимерные составы для лесовыращивания в природно-климатических условиях Беларуси и Казахстана / В. В. Копытков [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2014. – 509 с.
2. Корецкая, Л. С. Атмосферостойкость полимерных материалов / Л. С. Корецкая. – Минск : Навука і тэхніка, 1993. – 206 с.
3. ГОСТ 6806–73. Материалы лакокрасочные. Метод определения эластичности при изгибе : Введено 01.07.74. – М. : Издательство стандартов, 1988. – 5 с.
4. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1984. – 424 с.
5. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Вышэйшая школа, 1967. – 326 с.
6. ТКП 047-2009 (02080) Наставление по лесовосстановлению в Республике Беларусь : Введено 20.05.2009. – Минск : ОАО «Промпечать», 2009. – 105 с.
7. Копытков, В. В. Композиционные полимерные материалы при лесовыращивании / В. В. Копытков. – Минск : РУП Издат. дом «Белорусская наука», 2008. – 304 с.
8. Копытков, В. В. Полимерные составы для обработки корневых систем сеянцев сосны : автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. В. Копытков. – Минск, 2007. – 21 с.

*Поступила в редакцию 03.02.16*

E-mail: [kopvo@mail.ru](mailto:kopvo@mail.ru)

V. V. Kopytkov, V. G. Grumble, O. V. Kondratenko, T. P. Antonovich, D. S. Zakharenko, E. V. Orlov

## CREATION OF FOREST CULTURES USING COMPOSITE POLYMERIC STRUCTURES

Ways of wood planting extension period are studied; justification to the main methods of forest cultures creation on the basis of composite polymeric preparations and data of influence of age of the Scotch pine seedlings and the silver birch on their survival is given. It has been found out that annual Scotch pine seedlings have survival of 90%, and two-year-old ones of 72%. Similar regularity was observed while determining the survival of seedlings of the silver birch. Preplanting processing of pine and birch seedlings root systems with composite polymeric structures increases the current gain of plants in height by 33–65% and prolongs the period of wood planting. Survival of pine cultures increases by 21%, and birch ones – by 36%.

Keywords: forest cultures, composite polymeric structures, seedlings of coniferous and deciduous breeds, processing of roots, survival, biometric indicators.

УДК 610.3

**И. Н. Крикало<sup>1</sup>, Л. Н. Лаптиева<sup>2</sup>, Е. Е. Хамлюк<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Старший преподаватель кафедры природопользования и охраны природы,

МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Доцент кафедры природопользования и охраны природы,

МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Ассистент кафедры биологии,

МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

**СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ И ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ  
СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ**

*Состояние здоровья студентов определяется рядом критериев, среди которых можно назвать образ жизни, совокупность физиологических и биохимических показателей, уровень физического развития и др.*

*В ходе исследования выявлено, что 63,1% студентов имеют различные заболевания, среди которых наиболее часто встречаются заболевания желудочно-кишечного тракта (17,0% студентов) и нарушения зрения (9,9 % студентов).*

*Показатели физического развития в норме составляют: осанка – 76,2%; масса тела – 54,7%; артериальное давление – 67,8%; частота сердечных сокращений – 70% студентов.*

*Исследование показало, что большинство студентов (62%) имеют средний уровень физического развития.*

*Ключевые слова: студенты, состояние здоровья, физическое развитие.*

**Введение**

В последние десятилетия все большую актуальность приобретает проблема состояния здоровья и физического развития студенческой молодежи, поскольку студенты являются одной из наиболее представительных групп молодежи страны. В период обучения в вузе студенты находятся на стадии формирования социальной и физиологической зрелости, хорошо адаптируются к факторам социального и природного окружения и, вместе с тем, по ряду причин подвержены высокому риску нарушений в состоянии здоровья.

Состояние здоровья студенческой молодежи является одним из наиболее актуальных и приоритетных направлений политики Республики Беларусь.

Здоровье формируется в результате взаимодействия внешних (природных и социальных) и внутренних (наследственность, пол, возраст) факторов, а также во многом определяется образом жизни человека. По данным ВОЗ состояние здоровья человека определяется на 20% наследственностью, 20% – состоянием окружающей среды; 7–10% – медициной; 50–53% – индивидуальным образом жизни человека [1].

Одним из показателей состояния здоровья человека является его физическое развитие, которое существенно зависит от социальных, экономических, санитарно-гигиенических и других условий. Хороший уровень физического развития сочетается с высокими показателями физической подготовки, мышечной и умственной работоспособности.

В связи с вышеизложенным особую актуальность приобретает изучение состояния здоровья и физического развития студенческой молодежи, а также факторов, влияющих на них, что и явилось **целью** нашего исследования.

**Материал и методика исследований.** В исследовании приняли участие студенты 3–5 курсов биологического факультета УО «Мозырский государственный педагогический университет имени И. П. Шамякина». В ходе исследования нами были использованы следующие методы: анализ литературы и медицинской документации, шкалирование, анкетирование, антропометрические методы (определение массы тела (кг) взвешиванием на медицинских весах, измерение роста (м) с помощью ростомера), определение индекса массы тела, экспресс-метод оценки физического состояния.

### Результаты исследования и их обсуждение

Здоровье – это достаточно сложная и многогранная категория. В настоящее время существует более 300 определений здоровья. На наш взгляд, наиболее объективным является определение, приведенное в Уставе Всемирной организации здравоохранения, которое звучит следующим образом: «Здоровье – это состояние полного физического, душевного, психологического и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов» [1].

С точки зрения целевой функции здоровья В. П. Казначеев дает следующее определение данного понятия: «Здоровье – это процесс сохранения и развития биологических, психических, физиологических функций, оптимальной трудоспособности и социальной активности человека при максимальной продолжительности его активной жизни» [2].

Несмотря на то, что большинство специалистов придерживаются определения здоровья, данного ВОЗ, говоря о здоровье, часто имеют в виду его физическую составляющую, так как для характеристики состояния населения, как правило, используется классическая триада: смертность в различных возрастных группах, уровень и структура общей заболеваемости, а также достигнутый уровень физического развития. Статистические данные мы можем найти только в рамках этих критериев. Социальное здоровье определяют как здоровье общества, а также воздействие окружающей среды для каждого человека. К сожалению, в настоящее время еще не разработана комплексная система оценки уровня здоровья человека.

Вместе с тем следует отметить, что понятие «здоровье» является несколько условным и объективно устанавливается по совокупности антропометрических, клинических, физиологических и биохимических показателей, определяемых с учетом полового и возрастного факторов, а также климатических и географических условий и др. [3].

Анализ литературы показывает, что распространение патологических состояний среди молодежи имеет ряд закономерностей, связанных с функциональным состоянием организма, особенностями образа жизни, а также организацией медицинской помощи. По данным ученых-медиков, среди лиц в возрасте 17–21 года наиболее часто распространены болезни нервной системы и органов чувств, пищеварения и дыхания [4]–[6].

С целью выяснения состояния здоровья студентов биологического факультета, нами проведен анализ медицинских карт студентов биологического факультета. В результате установлено, что из 182 студентов 115 человек имеют различные отклонения в состоянии здоровья, что составляет 63,1% от всех анкетированных. Данные анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Анализ заболеваемости студентов 3–5 курсов биологического факультета УО «МГПУ имени И. П. Шамякина»

№	Наличие заболеваний по функциональным системам	Количество случаев	Количество случаев, %
1.	Отсутствие болезней	67	36,9%
2.	Желудочно-кишечный тракт	31	17,0%
3.	Органы зрения	18	9,9%
4.	Опорно-двигательный аппарат	14	7,7%
5.	Органы дыхания	10	5,5%
6.	Сердечно сосудистая система	9	4,9%
7.	Другие заболевания	33	18,1%

Результаты исследования свидетельствуют о том, что на первое место выступают заболевания ЖКТ – 17,0% (31 человек), 9,9% (18 человек) имеют нарушения зрения, 7,7% – заболевания опорно-двигательного аппарата, наиболее часто встречается сколиоз. На наличие у себя патологии органов дыхания указали 5,5% опрошенных, а среди заболеваний ССС чаще встречается диагноз пролапс митрального клапана (16,2%). В графу «Другие заболевания» были внесены следующие ответы: заболевания щитовидной железы – 15 человек; аллергия – 8 человек; болезни почек – 6 человек; нарушения обмена веществ – 4 человека.

Здоровье характеризуется степенью готовности человека выполнять мышечные и трудовые нагрузки различного характера в данный конкретный отрезок времени, совершать рациональную умственную деятельность. Эта готовность во многом зависит от уровня его

физических качеств, функциональных возможностей отдельных систем организма, то есть от уровня физического развития. Физическое развитие организма человека характеризуется определенными характеристиками, среди которых можно выделить следующие:

- соматоскопия – определение *состояния опорно-двигательного аппарата (позвоночник, грудная клетка, осанка и т.д.) с помощью наружного осмотра*;
- антропометрия (рост, масса тела, пропорции развития отдельных частей тела, индекс массы тела и др.);
- степень развития функциональных способностей организма: состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем, жизненная емкость легких, мышечная сила кистей рук и др.).

Исследования, проводимые учеными в области физического развития студенческой молодежи, позволяют сделать вывод, что с ухудшением уровня физического развития (изменение антропометрических показателей, нарушение осанки, снижение функциональной возможности кардио-респираторной системы и др.) у многих студентов отмечаются различные отклонения в состоянии здоровья: близорукость, нервно-психическая неустойчивость, лабильность регуляции деятельности сердца и сосудов с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, снижение сопротивляемости организма, которое играет значительную роль в высокой заболеваемости ОРВИ и др. [7].

Нами было проведено исследование отдельных параметров физического развития студентов биологического факультета УО «Мозырский педагогический университет имени И. П. Шамякина»:

- а) состояние позвоночника и нарушения осанки;
- б) антропометрических данных (масса тела и рост) студенческой молодежи с последующим расчетом индекса массы тела;
- в) объективных данных (измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений в состоянии покоя);
- г) выявлены субъективные характеристики состояния здоровья студентов.

В исследовании приняли участие 84 студента 3–5 курсов биологического факультета.

В результате проведенного исследования получены следующие данные:

*о состоянии позвоночника и нарушения осанки*

Дефекты осанки условно могут проявляться следующим образом: нарушения осанки во фронтальной, сагиттальной плоскости и обеих плоскостях одновременно. Для каждого вида нарушения осанки характерно свое положение позвоночника, лопаток, таза и нижних конечностей.

В исследовании нами выявлены у студентов следующие виды осанки: нормальная осанка – 64 (76,2%) человека, сутулость – 12 (14,3%) человек, сколиоз – 6 (7,1%) студентов, кругловогнутая спина – 2 (2,4%) человека;

*об антропометрических характеристиках*

Рост измерялся с помощью ростомера, а масса тела – взвешиванием на медицинских весах. Расчет индекса массы тела производился по формуле:

$$I = m/h^2,$$

где I – индекс массы тела (измеряется в кг/м<sup>2</sup>);

m – масса тела, кг;

h – рост, м.

Показатели расчета индекса массы тела приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Результаты расчета индекса массы тела студентов биологического факультета

Типы массы тела	ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	Количество человек (N = 84)	Количество человек (%)
Нормальная масса тела	18,5–24,9	46	54,7 %
Дефицит массы тела	Менее 18,5	25	29,9 %
Избыточная масса тела	25–29,9	10	11,9 %
Ожирение 1 степени	30,0–34,9	2	2,3 %
Ожирение 2 степени	35,0–39,9	1	1,2 %
Ожирение 3 степени	более 40	–	–

Исследование индекса массы тела показало, что большая часть студентов (54,7%) имеет нормальную массу тела. Вместе с тем у достаточно большого количества исследуемых (29,9%)

отмечается дефицит массы тела. Сравнительно небольшой процент испытуемых имеет избыточную массу тела (11,9%) и у 3 человек (3,5%) отмечается ожирение 1 и 2 степени.

*Выявление объективных данных*

Измерение артериального давления проводилось тонометром по методу Короткова. Гипертензия определялась при уровне систолического давления (САД) = 140 мм рт. ст., диастолическое артериальное давление (ДАД) = 90 мм рт. ст. Частота сердечных сокращений (ЧСС) определялась на лучевой артерии за 1 минуту с помощью секундомера. За норму принято ЧСС 60–80 ударов в минуту, частота свыше 80 ударов – тахикардия, менее 60 ударов – брадикардия.

Проведенное исследование состояния артериального давления у студентов биологического факультета Мозырского университета показало, что 57 (67,8%) студентов имеют нормальное артериальное давление, у 24 (28,6%) человек отмечается гипотония, у 3 (3,6%) студентов выявлена гипертензия.

Исследование ЧСС у этих же студентов позволило выявить следующие данные: ЧСС в норме имеют 59 (70%) студентов, тахикардия отмечена у – 24 (28,6%), брадикардия – 1 человек (1,4%)

Экспресс-методом определены *субъективные характеристики показателей физического развития студентов.*

В предлагаемой нами анкете студентам предлагалось ответить на ряд вопросов:

- жалобы на состояние здоровья;
- факторы, влияющие на здоровье человека;
- характер трудовой деятельности;
- уровень двигательной активности;
- показатели массы тела;
- состояние пульса в покое;
- показатели АД.

По совокупности полученных ответов оценивался уровень физического состояния каждого испытуемого.

По данным исследования, у студентов выявлены следующие преобладающие показатели:

- характер трудовой деятельности – умственный труд (97,9%);
- уровень двигательной активности – менее трех раз в неделю в течение 30 минут и более (70,2%);
- наличие жалоб на состояние здоровья (65,9%);
- нормальная масса тела (66%);
- пульс в покое в норме (68%);
- АД не превышает 130/80 мм. рт. ст. (67,8%).

Результаты оценивались по трем уровням в баллах:

низкий – 45 и менее,

средний – 46–74,

высокий – 75 и более.

Результаты исследования предоставлены на рисунке.

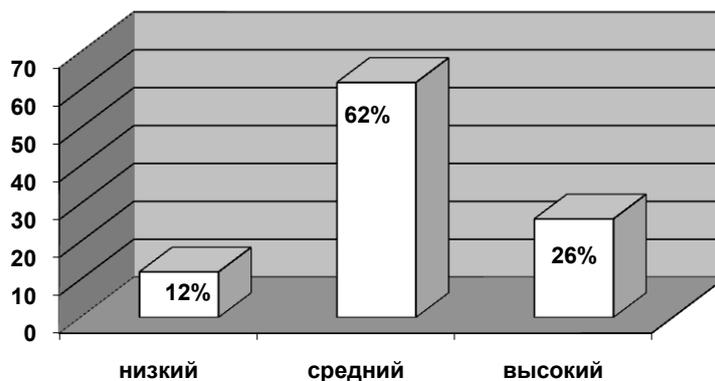


Рисунок – Уровень физического состояния студентов

По данным исследования, выявлено, что большинство студентов имеют средний уровень физического состояния – 62%, 26% – высокий и у 12% респондентов отмечен низкий уровень физического развития. Снижение уровня физического состояния, на наш взгляд, наблюдается в основном за счет недостаточного уровня двигательной активности.

### Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Отклонения в состоянии здоровья отмечены у достаточно большого количества студентов. Наиболее часто встречаются заболевания желудочно-кишечного тракта (17%), нарушения зрения (9,9%), заболевания опорно-двигательного аппарата 7,7% и др.

2. Исследование отдельных характеристик физического развития студентов позволили получить следующие данные:

а) нормальную осанку имеют – 64 студента (76,2%);

б) большая часть студентов (54,7%) имеют нормальную массу тела, в то же время следует отметить, что достаточно большое количество студентов имеют дефицит массы тела (29,9%).

в) 57 (67,8%) студентов имеют нормальное артериальное давление;

г) частота сердечных сокращений в норме отмечена у 59 (70%) студентов.

3. В результате исследования установлено, что большинство студентов имеет средний уровень физического состояния – 62%, высокий – 26%, низкий – 12%. Снижение уровня физического состояния отмечается в основном за счет недостаточной двигательной активности, наличия жалоб на состояние здоровья.

### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Устав (Конституция) Всемирной организации здравоохранения. – Москва : Медицина, 1968. – 147 с.
2. Казначеев, В. П. Современные аспекты адаптации / В. П. Казначеев. – Новосибирск : Наука, 1980. – 191 с.
3. Граевская, Н. Д. Спортивная медицина: курс лекций и практ. занятий : в 2 ч. / Н. Д. Граевская, Т. И. Долматова. – М. : Советский спорт, 2004. – Ч. 1. – 195 с.
4. Ваганова, Л. И. Динамика состояния здоровья и образа жизни студенческой молодежи г. Челябинска / Л. И. Ваганова // Учащаяся молодежь России: прошлое, настоящее, будущее : сб. науч. статей. – Челябинск, 2000. – С. 178–180.
5. Денисова, Д. В. Воздействие новых информационных технологий на здоровье студентов : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Д. В. Денисова. – СПб., 2001. – С. 152.
6. Кучеренко, В. З. Отношение студенческой молодежи к созданию семьи во время обучения в зависимости от медико-социальных факторов, условия и образа жизни / В. З. Кучеренко // Проблемы управления здравоохранением. – М., 2004. – № 3 (16). – С. 47–50.
7. Косованова, Л. В. Скрининг-диагностика здоровья школьников и студентов. Организация оздоровительной работы в образовательных учреждениях / Л. В. Косованова, М. М. Мельникова, Р. И. Айзман. – Новосибирск, 2003. – 234 с.

*Поступила в редакцию 03.03.16*

E-mail: [irinakrikalo@mail.ru](mailto:irinakrikalo@mail.ru)

I. N. Krikalo, L. N. Laptsiyeva, E. E. Khamluk

### HEALTH AND PHYSICAL DEVELOPMENT OF COLLEGE STUDENTS

Health status of students is determined by a number of criteria such as a way of life, a set of physiological and biochemical indicators, the level of physical development, etc.

The study revealed that 63.1% of students suffered from a variety of diseases; the most frequent are gastrointestinal disease (17.0% of students) and blurred vision (9.9% of the students).

Such indicators of student physical development as posture (76.2%); body weight (54.7%); blood pressure (67.8%); heart rate (70%) are in the norm.

The study showed that the majority of students (62%) have an average level of physical development.

Keywords: students, state of health, physical development.

УДК 636.2:575

**Т. А. Луполов<sup>1</sup>, В. С. Петку<sup>2</sup>, Е. Ю. Гуминская<sup>3</sup>, А. В. Макарова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
доцент кафедры природопользования и охраны природы,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
зав. кафедрой биотехнологии в зоотехнии,  
Государственный аграрный университет Молдовы, г. Кишинев, Молдова

<sup>3</sup>Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
зав. кафедрой природопользования и охраны природы,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>4</sup>Студентка технолого-биологического факультета,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

### ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ЛОКУСОВ *QTL* И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ КРАСНОЙ ЭСТОНСКОЙ ПОРОДЫ

*В статье приводится информация о генетическом полиморфизме локусов *QTL* и их взаимосвязи с продуктивностью коров. Определен аллелофонд популяции по лактопротеинам  $\alpha SI-CN$ ,  $\beta-CN$ ,  $\kappa-CN$   $\beta-LG$ . Во всех локусах обнаружен полиморфизм, самая низкая частота – 0,048 установлена для  $\kappa-CN$  типа В. Установлено наличие взаимосвязей локусов с количеством надоенного молока, содержанием в нем жира и выходом молочного жира. Так, для повышения жирности молока желателен генотип  $\beta-LG^A\beta-LG^A$  (4,08%), особи с генотипом AA по количеству жира (169,3 кг) превосходили своих сверстниц с генотипом  $\beta-LG^B\beta-LG^B$  на 1,91 кг. Маркером для селекции животных по молочной продуктивности может служить локус  $\beta-CN$ . В наших исследованиях наиболее высокой продуктивностью обладали особи с генотипом  $\beta-CN^A\beta-CN^B$  (4977 л). Выявленный полиморфизм может быть использован в качестве биохимического теста состояния генофонда породы, а также для прогнозирования на их основе продуктивных качеств животных.*

*Ключевые слова: генотип, генетический полиморфизм, *QTL*, лактопротеин, красная эстонская порода коров, продуктивность.*

#### **Введение**

Молочное скотоводство – одна из важнейших отраслей животноводства, экономическая эффективность которой определяется уровнем продуктивности коров: чем выше продуктивность, тем ниже затраты на единицу продукции и выше рентабельность производства. Увеличение удоя и повышение жирномолочности на протяжении многих лет являлись основными селекционируемыми показателями в молочном скотоводстве. Однако в современных условиях все большее внимание уделяется селекции, направленной на повышение содержания белка в молоке. Большое значение приобретает пригодность молока к выработке творога, сыра и других белкомолочных продуктов, поэтому в странах ЕС содержание белка в молоке является одним из основных селекционных признаков [1].

Возрастающее значение производства белковой продукции диктует необходимость использования генетических и селекционных методов для повышения экономической эффективности этого производства. В связи с этим предлагается считать генотипы казеина экономически важными селекционными критериями для пород крупного рогатого скота, специализированных в молочном направлении продуктивности [2].

Целью исследования явилось определение генетического полиморфизма локусов *QTL* (*Quantitative Trait Loci*) и их взаимосвязи с молочной продуктивностью коров красной эстонской породы.

**Материалы и методы исследования.** Опыты проводились совместно с кафедрой биотехнологии в зоотехнии Государственного аграрного университета Молдовы. Наследственно обусловленный тип белка – бета-казеин, альфа-s1-казеин, каппа-казеин, бета-лактоглобулин – определяли методом горизонтального электрофореза [3], [4] в молоке коров красной эстонской породы.

Вычисление генетического равновесия в изучаемых популяциях по каждому локусу проводили согласно тесту  $\chi^2$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

Казеин является гетерогенным белком, то есть при электрофорезе образует несколько фракций с разной подвижностью. Согласно последней классификации, казеины делятся на  $\alpha_{s1}$ ,  $\beta$  и  $\kappa$ -казеины, содержание которых соответственно составляет 38, 39 и 13% от всего казеина. Фракции казеина имеют генетические варианты. Первые две фракции являются фосфопротеидами.  $\kappa$ -казеин принадлежит к фосфогликопротеидам.  $\alpha_{s1}$  и  $\beta$ -казеины чувствительны к ионам кальция,  $\kappa$ -казеин нет. Он осаждается сычужным ферментом. Все фракции характеризуются значительной термоустойчивостью, распределением вдоль полипептидной цепи полярных и неполярных аминокислот и др.

**Альфа-S<sub>1</sub>-казеин** является основной фракцией казеина и представляет собой смесь двух белков – главного и минорного компонентов, имеющих одинаковую первичную структуру, но отличающихся степенью фосфорелирования. Главный компонент содержит 8 фосфосериновых остатков, а минорный компонент – 9 остатков. Альфа-S<sub>1</sub>-казеин имеет пять генетических вариантов (*A, B, C, D* и *E*), отличающихся друг от друга как содержанием отдельных аминокислот, так и их расположением в полипептидной цепи [5].

В популяции коров красной эстонской породы в локусе *αSI-CN* обнаружено два аллеля: *αSI-CN<sup>B</sup>* и *αSI-CN<sup>C</sup>*, с частотами 0,9354 и 0,0646 соответственно.

Присутствие указанных аллелей в анализируемой популяции распределило животных на два генотипа (таблица 1).

Таблица 1. – Распределение популяции коров красной эстонской породы по типу *αSI-CN*

Генотип	Количество животных	$\chi^2$
BB	27(27,12)*	0,0088
BC	4(3,74)	0,139
Итого	31(31)	0,1478

\* в скобках указано теоретически ожидаемое число голов. То же для таблиц 2–4.

Из данных, представленных в таблице 1, следует, что из 31 исследуемых особей гомозиготным генотипом *BB* обладали 27 особей и 4 – гетерозиготным генотипом *BC*. Анализируемая популяция в данном локусе находилась в генетическом равновесии в соответствии с законом Харди-Вайнберга по тесту  $\chi^2$  (0,00–0,14).

Анализ влияния локуса *αSI-CN* на продуктивность коров показал, что гетерозиготы *BC* имели наибольшую продуктивность – 4648 л молока за лактацию, что на 423,3 л больше, чем у гомозиготных особей *BB* (рисунок 1).



Рисунок 1. – Молочная продуктивность коров красной эстонской породы разных генотипов по *αSI-CN*

Среднее содержание жира (рисунок 2) в молоке у гетерозиготных животных *BC* оказалось на 0,1% больше, чем у гомозигот по аллелю *B* (3,92%).

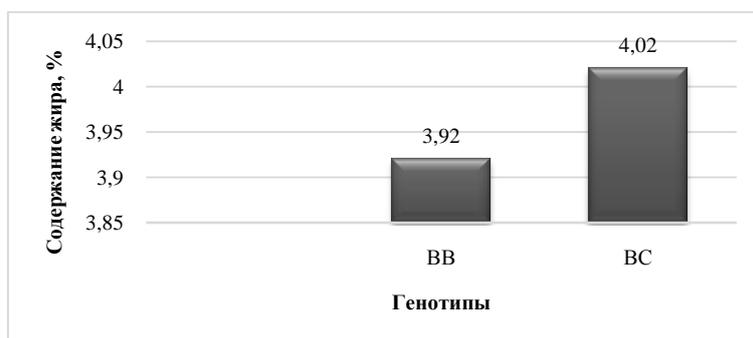


Рисунок 2. – Содержание жира в молоке коров красной эстонской породы разных генотипов по  $\alpha SI-CN$

По количеству жира наблюдались те же тенденции, что и в случае рассмотренных выше показателей, а именно гетерозиготный генотип  $\alpha SI-CN^B \alpha SI-CN^C$  с показателем 187,48 кг являлся преобладающим (рисунок 3).

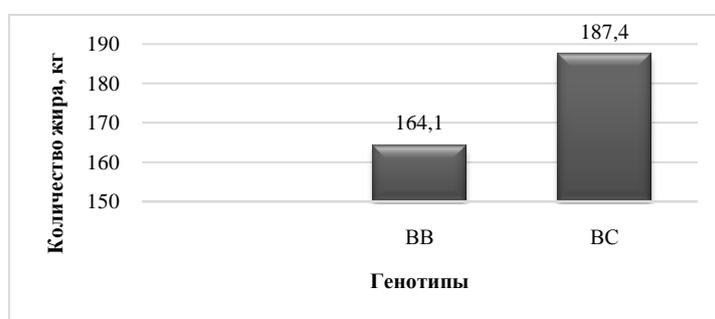


Рисунок 3. – Выход молочного жира в молоке коров красной эстонской породы разных генотипов по  $\alpha SI-CN$

Таким образом, анализ влияния локуса  $\alpha SI-CN$  на продуктивность коров показал, что преимущественным для селекции является гетерозиготный генотип  $\alpha SI-CN^B \alpha SI-CN^C$ .

**Бета-казеин** характеризуется повышенным содержанием валина, лейцина, пролина, пониженным содержанием аланина, аспарагиновой кислоты и отсутствием цистеина. Он не чувствителен к ионам кальция. Выяснено, что  $\beta$ -казеины после секреции могут гидролизироваться под действием плазмينا молока. После выхода  $\beta$ -казеина из состава казеиновых мицелл во время длительного хранения молока происходит его протеолиз с образованием нежелательных  $\gamma$ -казеинов и протеозопептонов, ухудшающих технологические свойства молока. Нормальное свежее молоко содержит около 3%  $\gamma$ -казеинов, однако их количество повышается (до 10% и выше) в конце лактации, при заболевании животного маститом, а также в результате нарушения режима кормления животных (при дефиците в рационах протеина). Количество протеозопептонов может составлять 2–10% всех белков молока [5].

В исследуемой популяции коров обнаружена полиморфность гена:  $\beta-CN^A$  и  $\beta-CN^B$ , с частотами 0,9193 и 0,0807 соответственно, что привело к образованию трех генотипов (таблица 2).

Таблица 2. – Распределение популяции коров красной эстонской породы по типу  $\beta-CN$

Генотип	Количество животных	$\chi^2$
AA	27(26,2)*	0,02
AB	3(4,6)	0,57
BB	1(0,2)	3,2
Итого	31(31)	3,79

Из представленных данных видно, что 87,09% особей обладали гомозиготным генотипом AA и одна особь (3,22%) генотипом BB. Распределение соответствующих генотипов соответствовала ожидаемому распределению Харди-Вайнберга по тесту  $\chi^2$ .

Анализ влияния локуса  $\beta$ -CN на продуктивность коров красной эстонской породы показал превосходство генотипа AB (4977 л молока) над генотипом AA (4210,5 л) (рисунок 4).

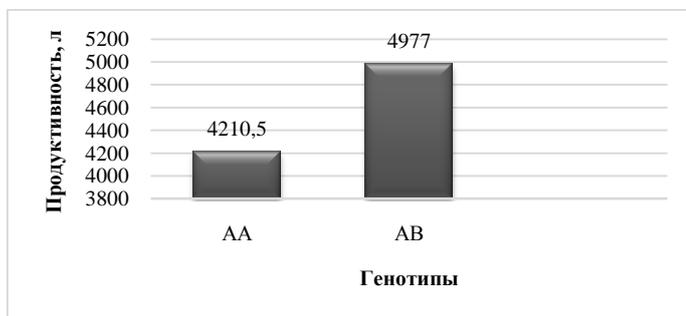


Рисунок 4. – Продуктивность коров красной эстонской породы разных генотипов по  $\beta$ -CN

С точки зрения содержания жира наблюдается небольшое превосходство – на 0,07% гетерозиготного генотипа AB над генотипом AA (рисунок 5).

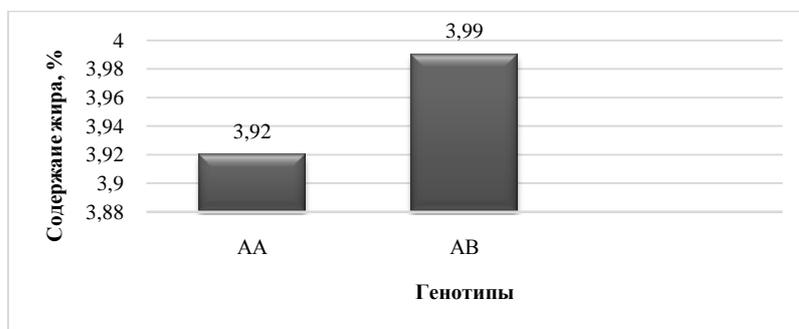


Рисунок 5. – Содержание жира в молоке коров красной эстонской породы разных генотипов по  $\beta$ -CN

По количеству жира также гетерозиготные животные  $\beta$ -CN<sup>A</sup> $\beta$ -CN<sup>B</sup> превышали (192,18 кг), показатель жира гомозиготных животных  $\beta$ -CN<sup>A</sup> $\beta$ -CN<sup>A</sup> на 28,5 кг (рисунок 6).

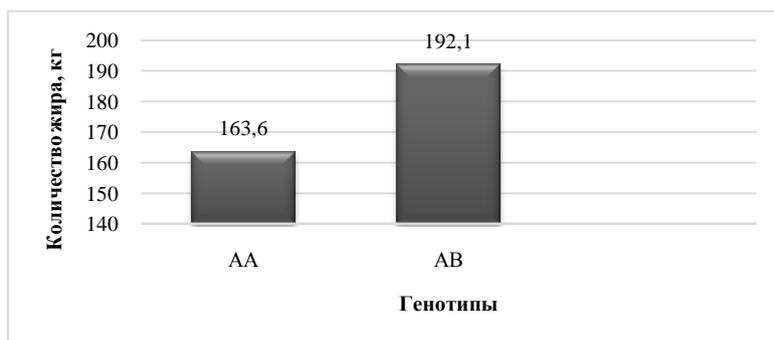


Рисунок 6. – Выход молочного жира в молоке коров красной эстонской породы разных генотипов по  $\beta$ -CN

**Каппа-казеин**, в отличие от  $\alpha$ <sub>s1</sub> и  $\beta$ -казеинов, содержит только один фосфосериновый остаток, поэтому практически не присоединяет ионы калия, то есть не теряет растворимость в их присутствии. При ассоциации с  $\alpha$ <sub>s1</sub> и  $\beta$ -казеинами к-казеин образует стабильные мицеллы и таким образом защищает последние от осаждения ионами кальция [5].

В составе локуса каппа-казеина в исследуемом молоке установлено присутствие двух аллелей  $\kappa$ -CN<sup>A</sup> и  $\kappa$ -CN<sup>B</sup> с частотой – 0,9516 для типа A и 0,0484 – для типа B. Генетическая структура популяции в данном локусе представлена в таблице 3.

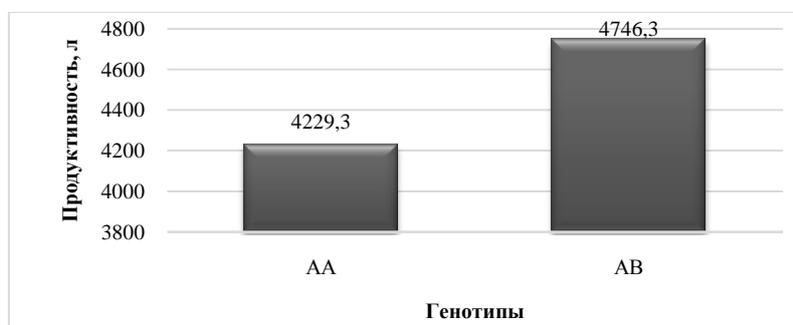
Таблица 3. – Распределение популяции коров красной эстонской породы по типу *κ-CN*

Генотипы	Количество животных	$\chi^2$
AA	28(28,07)*	0,00
AB	3(2,86)	0,01
Итого	31(31)	0,01

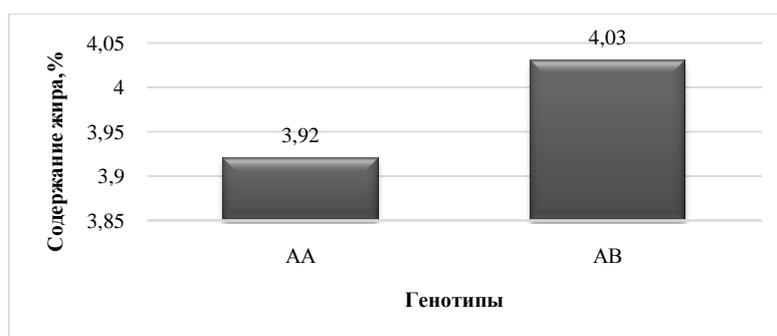
Как видно, популяцию в основном составили гомозиготные особи *AA*. В связи с тем, что аллель *B* имел низкую частоту, гомозиготный генотип *BB* в наших исследованиях не был обнаружен. Это объясняется обеднением генофонда породы, процесс который усугубляется с каждым поколением животных.

Локус *κ-CN* взаимосвязан с количеством надоенного молока, содержанием жира и выходом молочного жира.

Продуктивность за одну лактацию у гетерозиготных коров *κ-CN<sup>A</sup>κ-CN<sup>B</sup>* красной эстонской породы выше (4746,3 л молока), чем у гомозигот *κ-CN<sup>A</sup>κ-CN<sup>A</sup>* (рисунок 7).

Рисунок 7. – Продуктивность коров красной эстонской породы разных генотипов по *κ-CN*

Среднее содержание жира оказалось выше также у гетерозиготных особей – 4,03%, показывая превосходство на 0,11% по сравнению с гомозиготными особями, у которых этот показатель составил 3,92% (рисунок 8).

Рисунок 8. – Содержание жира в молоке коров красной эстонской породы разных генотипов по *κ-CN*

Преимущественным оказался гетерозиготный генотип и по выходу молочного жира на 25,5 кг (рисунок 9).

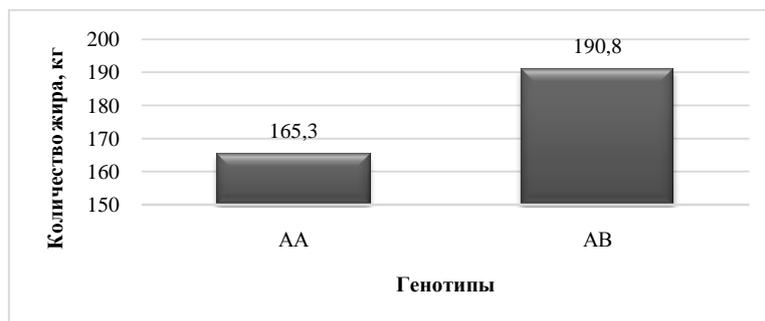


Рисунок 9. – Выход молочного жира в молоке коров красной эстонской породы разных генотипов по  $\kappa$ -CN

**Бета-лактоглобулины** входят в состав молока всех животных, в составе коровьего молока на их долю приходится около 10% от общего количества белков. Содержит много сульфгидрильных групп. При нагревании молока часть SH-групп отщепляется в виде SH<sub>2</sub>, что дает кипяченому молоку специфический запах. Последовательность аминокислот и трехмерная структура показывают, что бета-лактоглобулин относится к группе липокалинов – группа транспортных белков с характерной вторичной структурой. Они содержат 8 антипараллельных пептидных последовательностей на основе бета-складчатой структуры, которые формируют цилиндр. Такой «цилиндр» содержит внутри лиганд-связывающий участок [6].

В изученной популяции коров в данном локусе было обнаружено два аллельных варианта гена  $\beta$ -LG<sup>A</sup> и  $\beta$ -LG<sup>B</sup>, с частотами 0,1290 и 0,8710 соответственно, и три генотипа, представленные в следующей таблице.

Таблица 4. – Распределение популяции коров красной эстонской породы по типу  $\beta$ -LG

Генотипы	Количество животных	$\chi^2$
AA	3(0,6)*	9,6
AB	2(6,96)	3,53
BB	26(23,52)	6,01
Итого	31(31)	19,14

Из данных, представленных в таблице 4, видно, что 3 особи (9,67%) имели гомозиготный генотип AA, 2 особи (6,45%) гетерозиготный генотип AB и 26 особей – гомозиготный BB (83,87%). Проверка генетической гипотезы методом  $\chi^2$  показала генетическое равновесие в стаде.

Анализ влияния локуса  $\beta$ -LG на молочную продуктивность коров красной эстонской породы показал, что более высокой производительностью обладают животные с гомозиготным генотипом  $\beta$ -LG<sup>B</sup> $\beta$ -LG<sup>B</sup> – 4303 л (рисунок 10).



Рисунок 10. – Продуктивность коров красной эстонской породы разных генотипов по  $\beta$ -LG

Наиболее выгодным по содержанию жира в молоке является гомозиготный генотип по аллелю A (4,08%), который превосходил гомозиготный генотип по аллелю B на 0,18% (рисунок 11).



Рисунок 11. – Содержание жира в молоке коров красной эстонской породы разных генотипов по  $\beta$ -LG

По выходу молочного жира у коров генотип  $\beta$ -LG<sup>A</sup> $\beta$ -LG<sup>A</sup> оказался преимущественным – 169,3 кг и на 1,9 кг превышал животных генотипа  $\beta$ -LG<sup>B</sup> $\beta$ -LG<sup>B</sup> (рисунок 12).



Рисунок 12. – Выход молочного жира в молоке коров красной эстонской породы разных генотипов по  $\beta$ -LG

Использование локуса  $\beta$ -LG в качестве генетического маркера позволяет подобрать адекватные методы отбора по генотипу. Так, полученные результаты показывают преимущество гаплотипа BB по удою молока. Для повышения жирности молока желателен генотип  $\beta$ -LG<sup>A</sup> $\beta$ -LG<sup>A</sup>.

Таким образом, отбор коров (быков-производителей) с эффективными аллелями вариантов генов  $\alpha$ SI-CN,  $\beta$ -CN,  $\kappa$ -CN,  $\beta$ -LG позволит получить молоко с заданными технологическими свойствами.

### Выводы

1. В результате проведенных исследований обнаружен полиморфизм в локусах  $\alpha$ SI-CN,  $\beta$ -CN,  $\kappa$ -CN,  $\beta$ -LG. В изученных локусах определена частота аллелей:

в локусе  $\alpha$ SI-CN установлено присутствие 2 аллелей, с наибольшей частотой для  $\alpha$ SI-CN<sup>B</sup> (0,9354);

в локусе  $\beta$ -CN установлено присутствие 2 аллелей, с наибольшей частотой для  $\beta$ -CN<sup>B</sup> (0,9193);

в локусе  $\kappa$ -CN установлено присутствие 2 аллелей, с наибольшей частотой для  $\kappa$ -CN<sup>A</sup> (0,9516);

в локусе  $\beta$ -LG установлено присутствие 2 аллелей, с наибольшей частотой для  $\beta$ -LG<sup>B</sup> (0,8710).

2. Анализируя влияние генетического полиморфизма локусов QTL на молочную продуктивность коров красной эстонской породы, можно сделать вывод, что для отбора животных по таким качествам, как количество надоенного молока, содержание жира и выход молочного жира, выгодными являются гетерозиготные генотипы в локусах  $\alpha$ SI-CN,  $\beta$ -CN,  $\kappa$ -CN. В локусе  $\beta$ -LG желателен гомозиготный генотип BB, тогда как по содержанию жира генотип AA.

### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грибанова, Ж. А. Экономическая эффективность использования коров с различными генотипами по локусам генов молочных белков / Ж. А. Грибанова // Разведение, селекция, генетика, биотехнология и воспроизводство сельскохозяйственных животных: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 14–15 сент. 2011 г. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; ред.: И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2011. – С. 33–35.

2. Баршинова, А. В. Полиморфизм гена каппа-казеина и его связь с хозяйственно-полезными признаками скота красно-пестрой породы : дис. ... канд. биол. наук : 06.02.01 / А. В. Баршинова. – п. Лесные Поляны Моск. обл., 2005. – 128 л.
3. Smithies, O. Zone electrophoresis in starch gels / O. Smithies // Biochem. J. – 1955. – Vol. 61. – P. 629.
4. Жебровский, Л. С. Изучение состава молочных белков / Л. С. Жебровский. – Л. : Колос, 1979. – С. 38–41.
5. Дымар, О. В. Производство казеина: основы теории и практики / О. В. Дымар, С. И. Чаевский. – Минск : РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2007. – 70 с.
6. Хабибрахманова, Я. А. Полиморфизм генов молочных белков и гормонов крупного рогатого скота : дис. ... канд. биол. наук : 06.02.01 / Я. А. Хабибрахманова. – М., 2009. – 123 с.

*Поступила в редакцию 20.01.16*

E-mail: lupolovt@tut.by

T. A. Lupolov, V. S. Petcu, E. Yu. Guminskaya, A. V. Makarova

#### GENETIC POLYMORPHISM OF *QTL* LOCI AND THEIR INFLUENCE ON DAIRY EFFICIENCY OF COWS` RED ESTONIAN BREED

The article provides information on the genetic loci *QTL* polymorphism and their relationship with cows` productivity. Allele pool of population of lactoprotein  $\alpha$ S1-CN,  $\beta$ -CN,  $\kappa$ -CN  $\beta$ -LG is detected. There is loci polymorphism, the lowest frequency of 0,048 was established for  $\kappa$ -CN type B. Existence of interrelations of loci with amount of the obtained milk is established by the content in it of fat and an exit of milk fat. Thus, for increase of fat content of milk the genotype  $\beta$ -LG<sup>A</sup> $\beta$ -LG<sup>A</sup> (4,08%) is desirable, individuals with AA genotype surpassed the contemporaries with  $\beta$ -LG<sup>B</sup> $\beta$ -LG<sup>B</sup> genotype on 1,91 kg in amount of fat (169,3 g). As a marker for selection of animals on dairy efficiency can serve the locus  $\beta$ -CN. In our research the highest efficiency have got individuals with a genotype  $\beta$ -CN<sup>A</sup> $\beta$ -CN<sup>B</sup> possessed (49771). Identified polymorphisms can be used as a biochemical test for the state of the breed gene pool and also for forecasting on their basis productive qualities of animals.

Keywords: genotype, genetic polymorphism, *QTL*, lactoprotein, estonian red breed cows, productivity.

УДК 631.332: 630.443.2 (476.2)

С. М. Мижуй<sup>1</sup>, А. А. Бубягина<sup>2</sup><sup>1</sup>Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры биологии,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь<sup>2</sup>Учитель биологии ГУО «Средняя школа № 4 г. Светлогорска», Республика Беларусь**ФИТОПАТОГЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ г. МОЗЫРЯ  
И МОЗЫРСКОГО РАЙОНА**

*Проведены оценка и прогнозирование развития наиболее значимых с хозяйственно-практической точки зрения заболеваний лесных насаждений г. Мозыря и Мозырского района. Наиболее распространёнными болезнями древесно-кустарниковых растений оказались: пятнистости (46,5%), деформации (39,2%), ложная мучнистая роса (24,5%). Интенсивность развития основных болезней древесно-кустарниковых растений составила: пятнистости (23,3%), деформации (19,6%), ложная мучнистая роса (12,2%).*

*Ключевые слова: фитопатогенные грибы, болезни древесной растительности, лесные массивы, возбудитель, распространённость, г. Мозырь, Мозырский район.*

**Введение**

Растительный мир исключительно богат и разнообразен. Это связано с высокой степенью сохранности и разнообразием природных экосистем. Наиболее широко представлена лесная растительность. В процессе использования лесных ресурсов и воздействия на них человека лесные массивы гибнут, в том числе и по абсолютно естественным причинам, одной из которой являются болезни.

Интенсивное использование лесных ресурсов привело к резкой дестабилизации лесных экосистем и, как следствие, к потере биологической устойчивости насаждений. Это стало причиной широкого распространения патологических явлений в лесу, в том числе массового повреждения насаждений насекомыми и болезнями, и ухудшения их санитарного состояния.

В организации лесозащиты особого внимания заслуживает пропаганда лесозащитных знаний. Разнородность лесов по составу пород и хозяйственному значению определяет специфичность лесного хозяйства и требует особого подхода к проведению хозяйственных и защитных мероприятий в каждой лесорастительной зоне.

К вредителям лесонасаждений относятся растительноядные насекомые, клещи, позвоночные животные (например, грызуны), популяции которых могут увеличивать свою численность до уровня, вызывающего экологический и экономический ущерб.

Болезни древесных и кустарниковых пород чаще всего вызывают патогенные микроорганизмы: грибы, бактерии, вирусы, нематоды. Они передаются от одного дерева к другому, снижают продуктивность насаждений и могут привести к гибели не только отдельные деревья, но и целые массивы.

Существуют еще непаразитарные, или неинфекционные (физиологические), болезни, которые вызываются неблагоприятными условиями роста или вредными воздействиями: низкими и высокими температурами или их резкими колебаниями, избыточным или недостаточным увлажнением почвы, недостатком элементов питания в почве и т. д. Все это приводит в конечном итоге к гибели растений.

Экономическое значение болезней культурных растений и лесных пород исключительно велико. История знает примеры, когда массовое распространение болезней важных сельскохозяйственных культур приводило к переселению народов, гибели от голода миллионов людей. Известны случаи, когда в результате распространения болезней на огромных территориях полностью прекращалось возделывание поражаемых растений. Так произошло, например, с кофейным деревом в Юго-Восточной Азии, где в конце прошлого столетия из-за опустошительной эпифитотии ржавчины были ликвидированы плантации этой ценнейшей культуры. Эпифитотическое распространение ржавчины в Бразилии также в свое время поставило под угрозу выращивание там кофейного дерева.

В современных условиях, несмотря на известные достижения в выведении устойчивых сортов, создание и применение различных средств борьбы с болезнями растений, многие заболевания еще приносят ущерб лесному и сельскому хозяйству. В лесных питомниках нередко наблюдается массовая

гибель семян древесных пород от полегания и болезней типа шютте. Усыхание и распад хвойных насаждений на больших площадях вызывает корневая губка. Существенный вред насаждениям сосны причиняет смоляной рак, а ильмовым – голландская болезнь. Насаждения липы почти повсеместно усыхают от тиростромоза. Огромные убытки связаны с болезнями цветочных культур.

Ущерб, причиняемый болезнями растений, складывается из прямых и косвенных потерь. Прямые потери непосредственно определяются снижением количества и качества получаемой продукции, например уменьшением выхода стандартного посадочного материала или деловой древесины, ухудшением качества семян или цветочной продукции и т. п. Прямые потери могут быть с той или иной степенью точности оценены и в денежном выражении по разнице в стоимости продукции, получаемой от здорового и больного растения, с гектара здорового и больного леса и т. п. Косвенные потери связаны с последствиями болезни, которые могут выражаться в снижении зимостойкости растений и их устойчивости к другим болезням, в затратах на пересев в случае гибели всходов от полегания, на дополнение молодых культур при усыхании их от шютте, ржавчины или мучнистой росы, лесовосстановительные работы в очагах корневых гнилей, некрозно-раковых, сосудистых заболеваний и т. д. Появляется необходимость ежегодных затрат и на проведение профилактических мероприятий по защите растений, на химические, биологические и другие меры борьбы с болезнями леса.

Огромный ущерб причиняют и сапротрофные дереворазрушающие грибы, которые поражают лесоматериалы, хранящиеся на складах, вызывают гниение деревянных конструкций в различных сооружениях и зданиях. По подсчетам специалистов, не менее 20% от общего количества заготавливаемой в стране деловой древесины расходуется для восполнения ее потерь от преждевременного разрушения грибами. Известно также, что складские и домовые грибы ежегодно уничтожают миллионы кубометров древесины, а общие затраты на периодически проводимый противогрибной ремонт зданий приближаются к затратам на их строительство.

Бурное развитие промышленности, глобальные размеры строительства, резкое увеличение транспортных потоков и прочие признаки индустриализации негативно сказались на состоянии древесной растительности. Основными факторами ослабления древесных растений являются: загрязнение воздушной, почвенной и водной сред; периодически повторяющиеся неблагоприятные погодные условия (заморозки, оттепели, ураганные ветры); нарушение гидрологического режима; перестойный возраст насаждений; высокая рекреационная нагрузка в любое время года; механические повреждения деревьев; уплотнение почв, нарушение структуры подстилки и многие другие. Перечисленные непатогенные факторы создают благоприятные условия для размножения насекомых и развития болезней, которые, в свою очередь, приводят к дальнейшему ослаблению деревьев и ускорению деградации различных насаждений. Это все свидетельствует о возникновении заболеваемости растений и развитии болезней.

Полесский регион располагает значительным запасом хвойных лесов, среди которых подавляющая часть принадлежит сосновым лесам. В меньшей степени присутствуют еловые леса, и совсем незначительную часть занимают лиственные (березняки).

В процессе использования лесных ресурсов и воздействия на них человека площади естественных лесов сокращаются. Но, кроме воздействия человека, лесные массивы гибнут и по абсолютно естественным причинам. Одной из основных причин являются болезни. Ее источником являются фитопатогенные грибы.

Диагностировано 11 заболеваний хвои, возбудителями которых являются фитопатогенные грибы, принадлежащие к трем различным группам: аскомицетам, ржавчинным грибам и дейтеромицетам. Мицелий этих грибов, развиваясь в тканях хвоинок, вызывает пожелтение и отмирание последних. При условиях, благоприятных для протекания заболевания, могут возникать эпифитотии [1].

Наибольшую опасность заболевания хвои представляют для семян и молодых растений ввиду их физиологических и анатомических особенностей.

Воздействие инфекций на взрослые деревья проявляется в меньшей степени, однако они также ослабляются и становятся более восприимчивыми к повреждению иными стрессами.

**Цель исследований:** оценка и прогнозирование развития наиболее опасных с хозяйственно-практической точки зрения заболеваний лесных насаждений г. Мозыря и Мозырского района.

**Задачи исследований:**

1. Выделить повреждения растений в результате деятельности человека.
2. Определить развитие и распространенность основных болезней древесно-кустарниковых растений.

3. Провести статистическую обработку собранных данных.

**Материал и методы исследования.** Исследования проводились на протяжении 2011–2015 гг. в Мозырском районе. Фитопатологические исследования осуществляли маршрутным методом, используя тотальный осмотр растений и систематические наблюдения с последующей идентификацией болезни [2], [3].

Для оценки степени пораженности использовались глазомерные условные шкалы с соответствующим числом баллов [4], [5].

Для оценки степени поражения стеблевой и бурой ржавчиной использовалась шкала по Петерсону, Кемпбелу и Ханнау.

Для оценки степени поражения желтой ржавчиной используется шкала, на которой отображена степень пораженности поверхности листьев в процентах.

Для оценки поражения карликовой ржавчиной была использована следующая шкала, где отображена степень пораженности поверхности листьев в процентах.

Для оценки пораженности отдельных органов (стеблей, листьев, плодов и т. п.) была использована четырехбалльная шкала с соответствующими значениями:

- 0 – здоровые растения;
- 1 – поражено до 10% поверхности;
- 2 – поражено 11–25% поверхности;
- 3 – поражено 26–50% поверхности;
- 4 – поражено свыше 50% поверхности.

Для оценки устойчивости растений к заболеваниям использовались такие фитопатологические показатели, как распространенность и интенсивность развития болезни [4]–[6].

Уровень развития болезни (в процентах) рассчитывали по следующей формуле:

$$R = \frac{S(a \times \bar{a})}{N \times K \times 100},$$

где  $R$  – развитие болезни (%);

$S$  ( $a \times \bar{b}$ ) – сумма произведений числа больных растений ( $a$ ) на соответствующий им балл поражения ( $b$ );

$N$  – общее число учтенных растений (здоровых и больных);

$K$  – число баллов в шкале учета.

Распространенность, или частота встречаемости болезни, выраженная в процентах, вычислена по следующей формуле:

$$P = \frac{n \times x \times 100}{N},$$

где  $P$  – распространенность болезни (%);

$N$  – общее число растений в пробах;

$n$  – количество больных растений в пробах.

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием программ MS Office Excel 2007, Statistica 6.0.

### Результаты исследований и их обсуждение

Поля, засаженные различными сельскохозяйственными культурами и подвергающиеся различной физической, химической и биологической обработке, негативно влияют на лесные массивы, располагающиеся рядом.

Нами был изучен участок лесного массива, расположенный вблизи колхозного поля, засаженного кукурузой. Кукуруза была посажена для получения посевного материала – чередовались мужские и женские растения, поэтому это требовало особого внимания со стороны агрономов. Поле проходило многочисленные обработки, вносились туда пестициды и другие, необходимые для полноценного роста и развития, вещества. Это все вызывает различные заболевания у древесных растений.

В таблице 1 представлен видовой состав древесной растительности возле сельскохозяйственного поля. Исследования проводились на участке площадью 0,015 га. Количество растений на этом участке составляло 534 экземпляра из 5 видов. Густота стояния этих видов: лещина обыкновенная – 2730,0 шт./га, береза повислая – 6400,0 шт./га, сосна обыкновенная – 13800,0 шт./га, дуб черешчатый – 10530,0 шт./га.

Таблица 1. – Видовой состав древесной растительности возле сельскохозяйственного поля

№ ряда	Площадь участка, га	Виды растений	Количество растений на участке, шт.	Густота стояния растений, шт./га
1	0,015	Лещина обыкновенная	41	2730,0
2	0,015	Береза повислая	96	6400,0
3	0,015	Сосна обыкновенная	207	13800,0
4	0,015	Дуб черешчатый	158	10530,0

При исследовании древесных растений возле сельскохозяйственного поля было установлено, что распространенность развития болезней их составляет 15,7%. Что касается каждого вида в отдельности, то распространенность заболеваний лещины обыкновенной составляет 13,9%, березы повислой – 7,4%, сосны обыкновенной – 15,5%, дуба черешчатого – 26,2%. Об этом свидетельствуют данные из таблицы 2.

Таблица 2. – Распространенность развития болезней древесных пород возле сельскохозяйственного поля

Вид растений	Распространенность, %												
	рака	некроза коры ветвей и стволов	вилга	ржавчины	пятнистостей	черни	мозаики	мучнистой росы	деформации	гнилей	ложной мучнистой росы	шютте	среднее
Лещина обыкновенная	19,6	9,8	9,8	9,8	48,9	9,8	19,6	–	29,4	9,8	–	–	<b>13,9</b>
Береза повислая	19,6	9,8	–	–	39,1	–	20,6	–	–	–	–	–	<b>7,4</b>
Сосна обыкновенная	19,6	9,8	9,8	29,4	–	–	–	–	88,1	–	–	29,4	<b>15,5</b>
Дуб черешчатый	9,8	19,6	–	–	97,9	–	29,4	20,6	39,1	–	97,9	–	<b>26,2</b>
<b>Среднее</b>	<b>17,2</b>	<b>12,2</b>	<b>4,9</b>	<b>9,8</b>	<b>46,5</b>	<b>2,4</b>	<b>17,4</b>	<b>5,2</b>	<b>39,2</b>	<b>2,4</b>	<b>24,5</b>	<b>7,3</b>	

Данные таблицы 3 свидетельствуют об интенсивности развития болезней древесных пород, которая составила в среднем 8,0%. Наиболее интенсивно поражены деревья дуба черешчатого (13,7%). Интенсивность заболеваний лещины обыкновенной составила 7,0.

Данные развития и распространенности болезней древесных пород были подвергнуты статистической обработке корреляционно-регрессионным методом анализа. Нами были проанализированы возможные зависимости между густотой стояния растений и распространенностью болезней, а также между густотой стояния растений и интенсивностью развития болезней. Для анализа использовался пакет статистического анализа Statistica 6.1.

Анализ взаимосвязи густоты стояния растений и интенсивности развития болезней растений показал, что между данными показателями наблюдается прямая линейная корреляционная зависимость средней силы, о чем свидетельствует коэффициент корреляции  $r = 0,420$  (рисунок 1). Уровень значимости составлял 95% или  $p = 0,95$ . Уравнение регрессии:  $y = 5,01521136 + 0,000362796012 \cdot x$ .

Таблица 3. – Интенсивность развития болезней древесных пород возле сельскохозяйственного поля

Вид растений	Интенсивность, %												
	рака	некроза коры ветвей и стволов	вилта	ржавчины	пятнистостей	черни	мозаики	мучнистой росы	деформации	гнилей	ложной мучнистой росы	шютте	среднее
Лещина обыкновенная	9,8	4,9	4,9	4,9	24,5	4,9	9,8	–	14,7	4,9	–	–	<b>7,0</b>
Береза повислая	9,8	4,9	–	–	19,6	–	9,8	–	–	–	–	–	<b>3,7</b>
Сосна обыкновенная	9,8	4,9	4,9	14,7	–	–	–	–	44,1	–	–	14,7	<b>7,8</b>
Дуб черешчатый	4,9	9,8	–	–	48,9	–	14,7	17,7	19,6	–	48,9	–	<b>13,7</b>
<b>Среднее</b>	<b>8,6</b>	<b>6,2</b>	<b>2,5</b>	<b>4,9</b>	<b>23,3</b>	<b>1,2</b>	<b>8,6</b>	<b>4,4</b>	<b>19,6</b>	<b>1,2</b>	<b>12,2</b>	<b>3,7</b>	

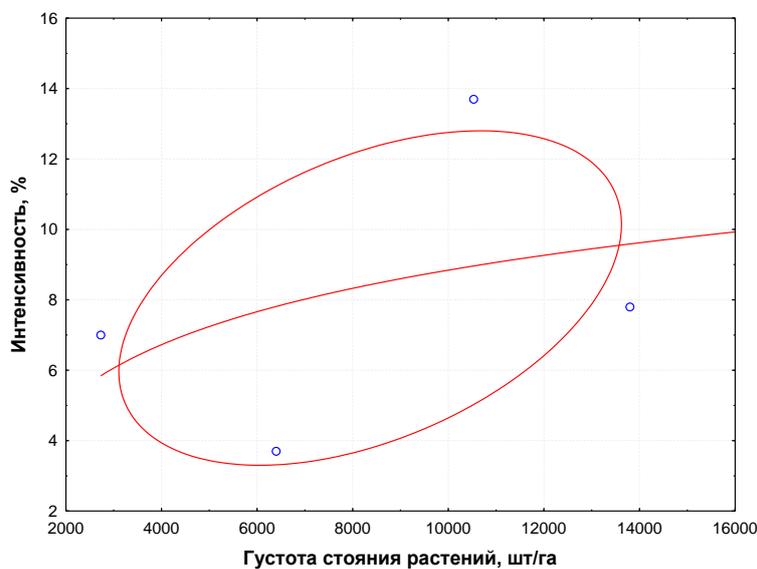


Рисунок 1. – Диаграмма рассеяния интенсивности развития болезней древесных пород (2011–2014 гг.)

Анализ взаимосвязи густоты стояния растений и распространенности болезней растений показал, что между данными показателями наблюдается прямая линейная корреляционная зависимость средней силы, о чем свидетельствует коэффициент корреляции  $r = 0,426$  (рисунок 2). Уровень значимости составлял 95% или  $p = 0,95$ . Уравнение регрессии:  $y = 9,98919551 + 0,000688679556 \cdot x$ .

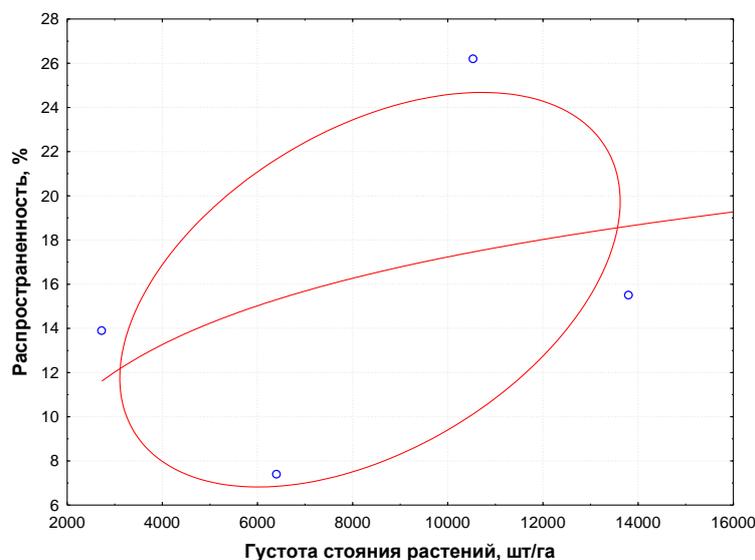


Рисунок 2. – Диаграмма рассеяния распространенности болезней древесных пород (2011–2014 гг.)

### Выводы

На основании приведенных результатов исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Пораженность деревьев в результате деятельности человека составила в среднем 22,0%.
2. Наиболее распространёнными болезнями древесно-кустарниковых растений оказались: пятнистости (46,5%), деформации (39,2%), ложная мучнистая роса (24,5%). Интенсивность развития основных болезней древесно-кустарниковых растений составила: пятнистости (23,3%), деформации (19,6%), ложная мучнистая роса (12,2%).
3. Анализ взаимосвязи густоты стояния растений и интенсивности развития болезней растений показал, что между данными показателями наблюдается прямая линейная корреляционная зависимость средней силы, о чем свидетельствует коэффициент корреляции  $r = 0,420$ . Уравнение регрессии:  $y = 5,01521136 + 0,000362796012 \cdot x$ .

Анализ взаимосвязи густоты стояния растений и распространенности болезней растений показал, что между данными показателями наблюдается прямая линейная корреляционная зависимость средней силы, о чем свидетельствует коэффициент корреляции  $r = 0,426$ . Уравнение регрессии:  $y = 9,98919551 + 0,000688679556 \cdot x$ .

### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Крутов, В. И. Грибные болезни хвойных пород / В. И. Крутов. – М.: Обзорн. форм. ВНИИцлесресурс, 1994. – 44 с.
2. Практикум по общей фитопатологии / П. Н. Головин [и др.]. – СПб.: Лань, 2002. – 288 с.
3. Журавлёв, И. И. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников: справочник / И. И. Журавлёв, Т. Н. Селиванова, Н. А. Черемисинов. – М.: Лесн. пром-ть, 1979. – 247 с.
4. Защита растений / В. В. Гриценко [и др.]; под ред. проф. С. Я. Попова. – М.: Мир, 2005. – 488 с.
5. Основные методы фитопатологических исследований / А. Е. Чумаков [и др.]. – М.: Колос, 1974. – 192 с.

Поступила в редакцию 03.03.16

S. M. Mizhuy, A. A. Bubyanova

### PHYTOPATHOGENIC CONDITION OF MOZYR AND MOZYR DISTRICT FOREST AREA

The main objective of the article was to estimate and forecast the development of the most important diseases of forest plantations in Mozyr and Mozyr district from economic and practical point of view. The most common diseases of trees and shrubs were: spot (46.5%), strains (39.2%), downy mildew (24.5%). The intensity of major trees and shrubs diseases was: spot (23.3%), strains (19.6%), downy mildew (12.2%).

Keywords: plant pathogenic fungi, diseases of woody vegetation, forests, causative agent, distribution, Mozyr, Mozyr district.

УДК 633.2.032(476.2)

А. П. Пехота<sup>1</sup>, Ю. Ю. Лещинская<sup>2</sup><sup>1</sup>Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры биологии,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь<sup>2</sup>Ассистент кафедры биологии,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь**РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ЕСТЕСТВЕННОГО ПОЙМЕННОГО ЛУГА р. ПРИПЯТЬ  
(МОЗЫРСКОЕ ПОЛЕСЬЕ)**

*Изучен видовой состав растительных сообществ пойменного луга Мозырского района. Проведен анализ экологической, биоморфологической и хозяйственно-ботанической структуры травостоя. Исследована динамика продуктивности пойменного фитоценоза. Рассчитан показатель чистой продуктивности фотосинтеза.*

*Ключевые слова: пойменный луг, мезофитность, злаковые, осоковые, бобовые, разнотравье, видовой состав, продуктивность фитоценоза, биомасса, сухое вещество.*

**Введение**

Пойменные луга располагаются в речных долинах и по бережьям озер. Их отличительной особенностью является то, что в весенний период их заливают паводковые воды, поэтому их еще называют заливными (рисунок 1). После спада талых вод остающийся ил (из водного и растительного планктона) обогащает почву питательными веществами, которые создают благоприятные условия для роста луговой растительности. Поэтому в поймах рек и озер лесной зоны расположены лучшие луга нашей страны. Эти луга надо беречь и улучшать их травостой. Особую ценность имеют долгопойменные луга по берегам крупных рек, заливаемые на длительный срок. Поймы малых рек (или краткопойменные луга) менее ценны, так как затопляются обычно на короткий период (до 12 дней) и на их поверхности откладывается немного ила [1], [2].

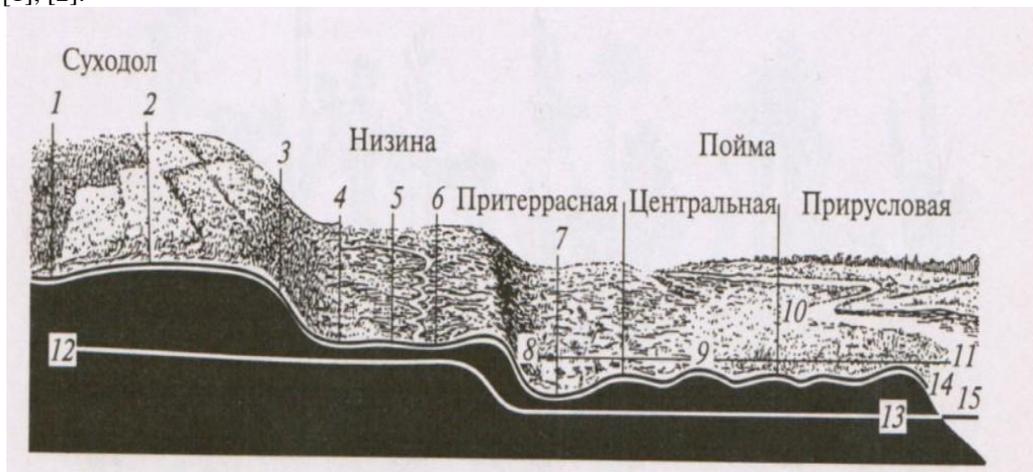


Рисунок 1. – Схема расположения различных видов лугов

Пойменные луга – важный источник дешевого и биологически полноценного корма, т. к. затопление пойм тальными водами (из которых в речных долинах осажается наилок) приводит к формированию плодородных пойменных почв и луговой растительности. Заливные луга являются местом произрастания лекарственных, а также многих редких и исчезающих видов растений, занесенных в Красную книгу Беларуси [3].

**Актуальность** выбранной темы состоит в изучении разнородной изменчивости пойменных лугов, продуктивности и видового состава. Растительный покров пойменных лугов неоднороден не только в вертикальном, но и в горизонтальном отношении. В луговых

сообщества отмечается неоднородность, пятнистость, мозаичность травостоя, что говорит о преобладании одних видов растений над другими.

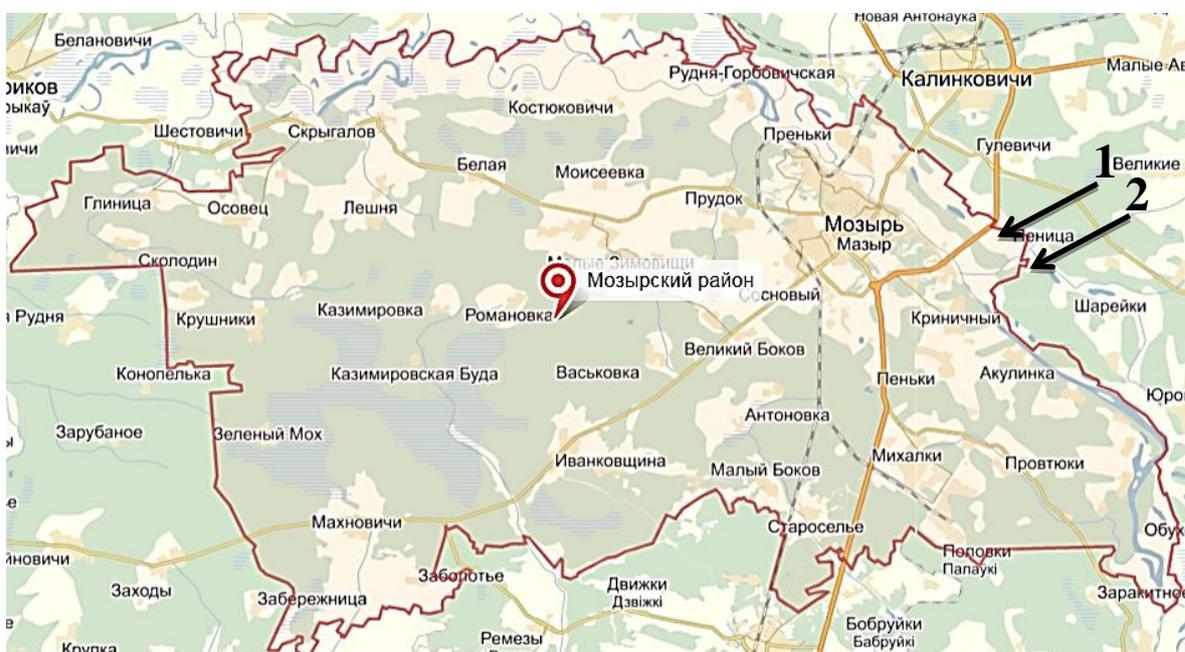
Изучение горизонтальной структуры травостоев луговых фитоценозов даёт возможность выяснить разногодичную изменчивость, смену видов-доминантов и устойчивость видового состава [4], [5].

**Цель исследований:** изучение растительного покрова естественного пойменного фитоценоза реки Припять.

**Объектом исследований** в весенне-летний период 2014 года являлись растения пойменной луговой экосистемы. Изучение пойменного фитоценоза проводилось на пойменном лугу р. Припять около д. Нагорные, которая находится на территории ландшафтного заказника «Мозырские овраги» и расположена в 6 км от г. Мозыря. Все исследования проводились на правом берегу р. Припять.

Поемность реки Припять составляет, как правило, не более 25–30 дней. Следовательно, пойму можно отнести к долгопоемной.

**Период проведения исследования:** май-август.



1 – р. Припять, 2 – место проведения исследований  
Рисунок 2. – Мозырский район

**Программа исследований** включала изучение видового состава растений, а именно анализ систематического, экологического, биоморфологического и хозяйственно-ботанического состава пойменного фитоценоза, а также изучение продуктивности микрогруппировок.

1. Изучение и анализ систематического состава были выполнены в пределах лугового фитоценоза на пробной площадке 10x10 м (100 м<sup>2</sup>). Зарегистрированы все виды растений с одновременной их гербаризацией и последующим определением по «Определителю растений Белоруссии» [6], [7].

2. Экологический состав растений пойменного луга определялся их отношением к тропности и влажности почвы.

3. Биоморфологический состав был изучен на основе распределения растений в зависимости от сроков цветения, типа корневых систем и характера побегообразования, продолжительности жизни.

4. Хозяйственно-ботаническая характеристика пойменного фитоценоза проводилась на основе распределения основных групп пойменных растений по классам кормовой ценности.

5. Продуктивность пойменного фитоценоза определялась методом квадрата. Квадрат представляет собой деревянную рамку размером 50×50 см (площадью 0,25 м<sup>2</sup>). Учитывалась численность всех видов, которые находятся внутри рамки. После определения количества видов проводилось их взвешивание. Далее был произведен расчет биомассы на 1 м<sup>2</sup> [8].

Формула для расчета биомассы пойменного луга:

$$M = \frac{\sum x}{N},$$

где M – средняя арифметическая;

$\sum x$  – сумма всех вариантов ряда (масса растений с 1 м<sup>2</sup> каждой выборки);

N – объем выборки (количество повторностей на каждой из площадок) [9].

Для изучения перечисленных выше показателей были выбраны две пробные площадки: 1 и 6 м от берега, на каждой из которых анализ пойменного фитоценоза проводился ежемесячно в 4-х повторностях.

Также был проведен учет следующих показателей:

– высота травостоя (является косвенным показателем продуктивности и служит одним из критериев определения сроков скашивания; высота травостоя определялась в динамике по фенофазам);

– густота растений (подсчет числа растений на единицу площади).

**Методы исследований:** анализ метеорологических условий, метод весового анализа и установления численности вида на единице площади, статистический анализ (MS Excel 2010).

#### Результаты исследований и их обсуждение

##### *Анализ видового состава луговых сообществ поймы р. Припять*

В процессе исследований было зарегистрировано 37 видов высших сосудистых растений, которые относятся к 37 родам, 17 семействам, что говорит о значительном разнообразии пойменного фитоценоза. На рисунке 3 представлено процентное соотношение основных семейств пойменного фитоценоза в 2014 году. Наиболее многочисленными по количеству видов были семейства: Злаковые (Poaceae) – 8 видов (21,6%), Сложноцветные (Asteraceae) – 7 видов (19%), Бобовые (Fabaceae) – 4 вида (10,8%), Гвоздичные (Caryophyllaceae) – 3 вида (8,1%).

Остальные семейства представлены по 1–2 видам (по 2,7–5,4% соответственно): Розоцветные (Rosaceae), Норичниковые (Scrophulariaceae), Гречишные (Polygonaceae), Осоковые (Cyperaceae), Колокольчиковые (Campanulaceae), Крапивные (Urticaceae), Лютиковые (Ranunculaceae), Подорожниковые (Plantaginaceae), Зверобойные (Hypericaceae), Губоцветные (Lamiaceae), Валериановые (Valerianoideae), Зонтичные (Umbelliferae).

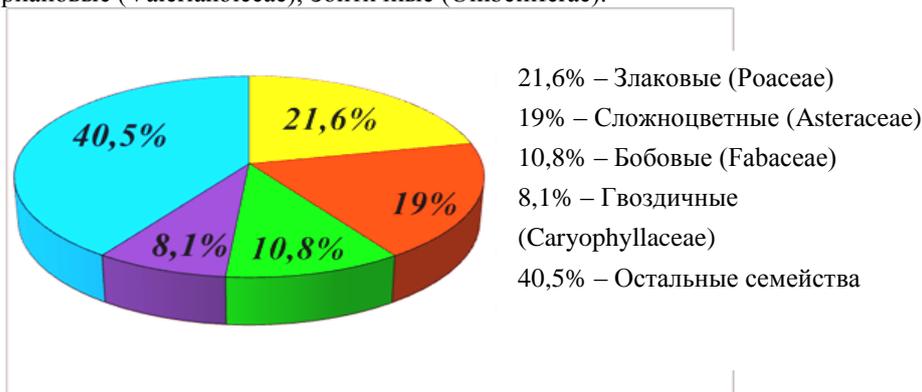


Рисунок 3. – Видовое разнообразие фитоценоза пойменного луга р. Припять (2014 год)

##### *Анализ экологического состава луговых сообществ поймы р. Припять*

Экологический состав растений пойменного луга определялся их отношением к трофности и влажности почвы.

В зависимости от реакции растений на уровень содержания в почве основных элементов питания (т. е. в зависимости от трофности) принято различать эвтрофы, олиготрофы и мезотрофы.

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о том, что луговое сообщество по отношению к трофности почвы характеризовалось примерно равным количеством как эвтрофных (46%), так и мезотрофных (54%) видов растений. Олиготрофов среди растений обнаружено не было. Исходя из определений эвтрофности и мезотрофности, можно сделать вывод, что почва изучаемой местности достаточно плодородная (таблица 1).

Таблица 1. – Экологическая структура растений поймы р. Припять

Экологическая группа	Количество видов	%
Эвтрофы	17	46
Мезотрофы	20	54
Олиготрофы	-	-

По отношению к влажности почвы выделяют следующие группы: гидромезофиты, гигромезофиты, мезофиты, ксерофиты и их промежуточные стадии.

По отношению к влажности почвы луговое сообщество характеризовалось преобладающими мезофитными видами (57%), что указывает на умеренное увлажнение почвы. В меньшем количестве представлены ксеромезофиты (22%), гигромезофиты (16%) и гигрофиты (5%): осока пузырчатая (*Carex vesicaria* L.), горичвет кукушкин (*Cotognaria flos-cuculi* L.).

Данные учёта растений пойменного луга по отношению к влажности почвы приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Экологический состав растений поймы р. Припять по отношению к влажности почвы

Экологическая группа	Количество видов	%
Гигрофиты	2	5
Гигромезофиты	6	16
Мезофиты	21	57
Ксеромезофиты	8	22

#### **Анализ биоморфологического состава луговых сообществ поймы р. Припять**

Биоморфологический состав был изучен на основе распределения растений в зависимости от сроков цветения, типа корневых систем и характера побегообразования, продолжительности жизни.

По срокам цветения изучаемое луговое сообщество характеризовалось преобладанием летнецветущих видов (76%). В меньшем количестве представлены раннецветущие (19%). Совсем мало поздноцветущих видов растений (5%): пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.). Весеннецветущие виды отсутствуют, возобновление вегетации растений наступает во второй половине мая.

Данные учёта растений пойменного луга в зависимости от сроков цветения представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Распределение растений пойменного луга р. Припять в зависимости от сроков цветения

Группы	Количество видов	%
Весеннецветущие	-	-
Раннецветущие	7	19
Летнецветущие	28	76
Позднецветущие	2	5

Данные учёта растений пойменного луга в зависимости от типа их корневых систем и характера побегообразования показывают: луговое сообщество характеризовалось преобладанием длиннокорневищных (27%), стержнекорневых (22%), а также короткорневищных (11%) и рыхлокустовых видов (13%). В меньшем количестве представлены корнеотпрысковые

и стелющиеся виды (5%). Плотнокустовые виды отсутствуют. Это указывает на хорошую аэрацию и рыхлую почву, о чём свидетельствуют преобладающие растения.

Данные учёта растений пойменного луга в зависимости от типа их корневых систем и характера побегообразования представлены в таблице 4.

Таблица 4. – Распределение растений пойменного луга р. Припять в зависимости от типа корневой системы и характера побегообразования

Тип корневой системы и характер побегообразования	Количество видов	%
Корневишные	4	11
Длиннокорневишные	10	27
Короткокорневишные	4	11
Рыхлокустовые	5	13,5
Кустовые с мочк. системой	3	8
Стелющиеся	2	5
Корнеотпрысковые	1	2,5
Стержнекорневые	8	22

Данные учёта фитоценоза пойменного луга в зависимости от продолжительности жизни показали, что состав фитоценоза образуют многолетние виды растений.

#### *Хозяйственно-ботаническая характеристика пойменного фитоценоза*

Хозяйственно-ботаническая характеристика пойменного фитоценоза проводилась на основании распределения основных групп пойменных растений по классам кормовой ценности (таблица 5).

Таблица 5. – Хозяйственно-ботанический состав основных групп пойменных растений р. Припять

Группа	Хозяйственная ценность растения				
	высокая	средняя	низкая	не имеет	отрицательная
1. Злаки	7	1	-	-	-
2. Осоки	-	1	-	-	-
3. Бобовые	3	1	-	-	-
4. Разнотравье	2	1	10	6	5
Всего:	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
%	32	11	27	16	14

Среди изученных растений по кормовой ценности выделено три класса.

К первому классу относятся растения высокой кормовой ценности, наиболее богатые белком и протеином, хорошо поедаемые животными и устойчивые к выпасу. Данная группа растений составила 32%.

Ко второму классу относятся растения, имеющие среднее и низкое кормовое значение, с малым содержанием протеина и высоким содержанием клетчатки, слабо поедаемые животными.

Среди рассмотренных нами растений они составили 38%.

В третью группу входят многолетние травы всех ботанических семейств, не имеющие кормовой ценности из-за наличия ряда отрицательных качеств: опушенность, колочки, запах. Также это вредные и ядовитые растения: степень ядовитости их неодинакова и нередко зависит от фазы развития. Примесь некоторых из них в малых дозах считается полезной из-за лечебных свойств. Растения данной группы с ранней весны до поздней осени окрашивают яркими цветами разных оттенков травостой природных лугов. Данная группа растений составила 30%.

Таким образом, изученный фитоценоз представлен в основном растениями среднего и низкого кормового достоинства. Пять видов растений имеют отрицательную кормовую ценность. По этой причине данный фитоценоз не может быть использован для выпаса скота.

**Продуктивность микрогруппировок пойменного фитоценоза:**

Продуктивность пойменного фитоценоза определялась методом квадрата. Квадрат представляет собой деревянную рамку размером 50×50 см (площадью 0,25 м<sup>2</sup>). Учитывалась численность всех видов, которые находятся внутри рамки. После определения количества видов проводилось их взвешивание. Далее был произведен расчет биомассы на 1 м<sup>2</sup>.

Для изучения продуктивности были выбраны две пробные площадки: 1 и 6 м от берега, на каждой из которых анализ пойменного фитоценоза проводился ежемесячно в 4-х повторностях.

На рисунке 4 показано распределение биомассы (г/м<sup>2</sup>) фитоценоза пойменного луга р. Припять на первой пробной площадке.

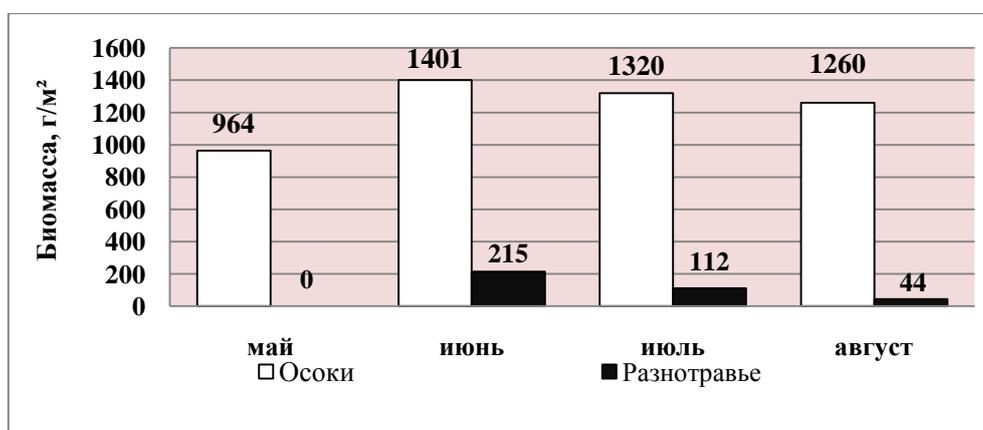


Рисунок 4. – Динамика продуктивности пойменного фитоценоза р. Припять на 1-ой пробной площадке в 2014 году

На рисунке 5 показано распределение биомассы (г/м<sup>2</sup>) фитоценоза пойменного луга р. Припять на второй пробной площадке.

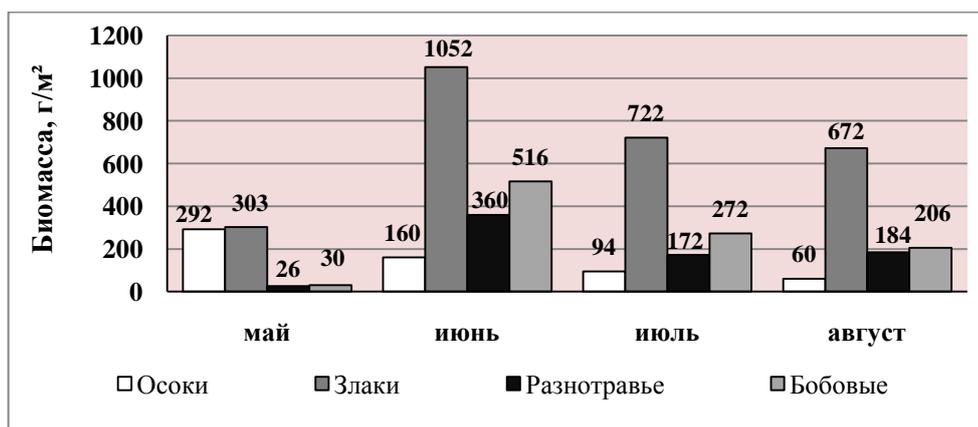


Рисунок 5. – Динамика продуктивности пойменного фитоценоза р. Припять на 2-ой пробной площадке в 2014 году

Продуктивность изучаемых фитоценозов как первой, так и второй пробной площадок была максимальна в июне месяце (1,6 и 2,1 кг/м<sup>2</sup> соответственно). Уменьшение общей продуктивности на выбранных площадках в августе месяце объясняется преобладанием высоких температур на первой и третьей декадах (+19,4–22,3°C), а также недостатком влаги (на 40% ниже нормы).

**Выводы**

Проведенные исследования по изучению состава и продуктивности микрогруппировок растительных сообществ пойменного луга р. Припять позволили сделать следующие *выводы*.

В процессе исследований 2014 года было зарегистрировано 37 видов высших сосудистых растений, которые относятся к 17 семействам. Наиболее многочисленными по количеству видов являются также семейства: Злаковые (21,6%), Сложноцветные (19%), Бобовые (10,8%) и Гвоздичные (8,1%).

По отношению к трофности почвы луговое сообщество характеризуется примерно равным количеством как эвтрофных, так и мезотрофных видов растений. По отношению к влажности почвы луговое сообщество характеризуется преобладающими мезофитными видами (57%). По срокам цветения изучаемое луговое сообщество характеризуется преобладанием летнецветущих видов (76%). По типу корневых систем и характеру побегообразования луговое сообщество характеризуется преобладанием длиннокорневищных (27%) и стержнекорневых (22%) видов. Данные учёта фитоценоза пойменного луга в зависимости от продолжительности жизни показали, что состав фитоценоза образуют многолетние виды растений.

По хозяйственно-ботаническому составу растения пойменного фитоценоза относятся ко второму классу ценности.

Продуктивность изучаемых фитоценозов как первой, так и второй пробной площадок была максимальна в июне месяце (1,6 и 2,1 кг/м<sup>2</sup> соответственно).

## СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гуленкова, М. А. Летняя полевая практика по ботанике / М. А. Гуленкова, А. А. Красникова. – М. : Просвещение, 1976. – 224 с.
2. Шелюто, А. А. Луговое хозяйство с основами луговедения: курс лекций для студентов / А. А. Шелюто. – Горки : Бел. гос. с.-х. академия, 2007. – 388 с.
3. Сафиолин, Ф. Н. Эколого-хозяйственная оценка пойменных лугов и приемы их окультуривания: монография / Ф. Н. Сафиолин. – Казань, 2012. – 326 с.
4. Рекомендации по улучшению суходольных и низинных лугов, подвергшихся радиоактивному загрязнению / И. М. Богдевич [и др.] ; под ред. И. М. Богдевича. – Минск, 2003. – 69 с.
5. Работнов, Т. А. Луговое хозяйство / Т. А. Работнов. – М. : МГУ, 1984. – 320 с.
6. Денисова, С. И. Полевая практика по экологии: учебное пособие / С. И. Денисова. – Минск : Універсітэцкае, 1999. – 120 с.
7. Ярошенко, П. Д. Геоботаника: пособие для студентов педвузов / П. Д. Ярошенко. – М. : «Просвещение», 1996. – 200 с.
8. Ляровский, П. А. Пособие по краеведению / П. А. Ляровский. – Минск : Вышэйшая школа, 1966. – 240 с.
9. Попова, Е. В. Полевая практика (землеведение и биология с основами экологии) : учеб.-метод. пособие / Е. В. Попова. – Балашов : Николаев, 2009. – 52 с.

*Поступила в редакцию 03.03.16*

A. P. Pekhota, Yu. Yu. Leshchinskaya

VEGETATION COVER OF NATURAL INUNDATED MEADOW OF THE RIVER PRIPYAT  
(MAZYR WOODLANDS)

Specific structure of vegetation communities of inundated meadow located in Mozyr district was studied. Analysis of ecological, biomorphological, economic and botanical structure of herbage was carried out. Dynamics of inundated phytocenose efficiency was investigated. The indicator of net productivity of photosynthesis was calculated.

Keywords: floodplain meadow, mesophytic, grass, sedge, leguminous, motley grasses, specific structure, productivity phytocenosis, biomass, dry matter.

УДК 636.2.087.72: 612.015.31

**О. П. Позывайло<sup>1</sup>, И. В. Котович<sup>2</sup>, Н. В. Копать<sup>3</sup>, С. Ю. Зайцев<sup>4</sup>**<sup>1</sup>Кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры биологии,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь<sup>2</sup>Кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биологии,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь<sup>3</sup>Магистрант технолого-биологического факультета,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь<sup>4</sup>Доктор химических наук, доктор биологических наук, профессор,  
заведующий кафедрой химии ФГБОУ,ВПО «Московская государственная академия ветеринарной  
медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина», Москва, РФ

### **ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК В ТЕЧЕНИЕ ЛАКТАЦИОННОГО ПЕРИОДА**

*Проведен анализ кормов рациона коров-первотелок СПК «Козенки-Агро» Мозырского района Гомельской области в разные периоды лактации. Установлено, что в рационе животных имеет место дефицит макроэлементов (кальция и фосфора) и микроэлементов (кобальта, меди и цинка), что приводит к снижению их концентрации в крови животных. Так, в сыворотке крови было снижено содержание кальция, а в цельной крови – меди, цинка и кобальта. Для профилактики нарушения метаболических процессов и возможных гипомикроэлементозов необходимо использовать минеральные премиксы и добавки на основании мониторинговых исследований химического состава собственных кормов хозяйства, а также анализа дефицита макро- и микроэлементов в рационе с учетом норм кормления и плановой продуктивности коров-первотелок.*

*Ключевые слова: минеральный обмен, коровы-первотелки, макроэлементы, микроэлементы, кальций, фосфор, магний, медь, цинк, кобальт, марганец.*

#### **Введение**

Основной задачей развития животноводства в Республике Беларусь является удовлетворение потребностей населения в высококачественной экологически чистой продукции в достаточном количестве. В последние десятилетия особое внимание в Республике Беларусь уделяется разведению черно-пестрого скота как наиболее пригодного для производства молока. Поэтому одной из ведущих отраслей агропромышленного комплекса Беларуси является молочное скотоводство.

За счет крупного рогатого скота черно-пестрой породы потребность в молоке и говядине в нашей республике удовлетворяется на 95–98%. В целом, для обеспечения населения молоком и молочными продуктами по медицинским нормам необходимо производить 4,5–5,0 млн тонн молока в год или около 430–450 кг на душу населения [1]. Однако высокий генетический потенциал (в пределах 8000 кг молока за лактацию) традиционной для республики черно-пестрой породы реализуется не более чем на 55% [2], [3]. Интенсификация молочного скотоводства в условиях промышленной технологии часто приводит к ухудшению здоровья и значительному сокращению жизни коров. Продолжительность промышленной эксплуатации молочного скота в большинстве случаев не превышает четырех лактаций [4]. Причинами снижения продуктивности являются концентрация животных на ограниченных площадях, дефицит в рационах полноценных кормов, несбалансированность их по протеину, сахарам, витаминам, минеральным компонентам, стрессы, нарушение обмена веществ [2]–[5].

Патологии обмена веществ, связанные с нарушением минерального обмена, у высокопродуктивных коров обычно развиваются, проходя две стадии. Первая – субклиническая (скрытая) – протекает в форме недостаточности или дисбаланса минерального обмена веществ, но без клинического проявления. Диагностируется она только по данным биохимических исследований крови, молока и мочи. Вторая – клиническая стадия. Проявляется наличием общих и специфических синдромов, свойственных болезням нарушения минерального обмена веществ. Установлено, что субклинические хронические нарушения минерального и других обменов

у высокопродуктивных коров прогрессирует в конце стойлового периода содержания и пик клинически выраженных заболеваний обмена веществ приходится на период с марта по май. Затем при переходе на пастбищно-выгульное содержание обменные процессы постепенно нормализуются [6].

В сложившихся условиях чаще приходится иметь дело с недостаточным содержанием в организме животных не одного, а несколько нормируемых минеральных элементов, а также с неправильным их соотношением, что в значительной степени лимитирует продуктивность и здоровье скота.

Минеральные вещества поступают в организм коровы главным образом с кормом и водой. Почвы Республики Беларусь в целом бедны микроэлементами, в том числе медью, кобальтом, цинком, а потому их концентрация в кормах и воде очень мала, что отрицательно сказывается на продуктивности животных.

Таким образом, постоянный контроль за полноценностью минерального кормления, качеством кормов является необходимым условием для достижения высокой продуктивности коров, длительного производственного их использования и повышения экономической эффективности отрасли молочного скотоводства.

**Целью** нашей работы было изучение взаимосвязи между содержанием макроэлементов (Ca, P, Mg), микроэлементов (Cu, Zn, Co, Mn, Fe) в кормах и крови у коров-первотелок черно-пестрой породы в разные периоды лактации.

**Методы исследования.** Работа проводилась на базе молочного комплекса СПК «Козенки-Агро» Мозырского района Гомельской области. Для решения поставленных задач в начальный период лактации были отобраны 10 коров-первотелок черно-пестрой породы с живой массой 480–500 кг и среднесуточным удоем 14 кг. Возраст животных в среднем составлял 2,5 года.

Исследование кормов, входивших в состав рациона коров, проводили в соответствии с традиционными методами зоотехнического анализа в НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». В кормах рассчитывали обменную энергию и определяли содержание сухого вещества, сырого и переваримого протеина, сырой клетчатки, сырого жира, каротина, кальция, фосфора, магния, меди, кобальта, железа и марганца.

Содержание микроэлементов в кормах исследовали при полном разложении органических веществ корма путем сжигания пробы в электропечи при контролируемом температурном режиме. Полученный минерализат растворяли в азотной кислоте с последующим анализом на атомно-абсорбционном спектрофотометре МГА-915.

Для проведения биохимических исследований у коров брали пробы крови из яремной вены в стерильные пробирки с соблюдением правил асептики и антисептики. Стабилизацию крови осуществляли с помощью гепарина. Биохимический анализ крови выполняли в лаборатории научно-исследовательского института прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИПВИБ, аттестат аккредитации согласно СТБ/ИСО/МЭК 17025 № ВУ/11202.1.0.0870) и в научно-исследовательской лаборатории «Экология животных и мониторинг» биологического факультета УО МГПУ имени И. П. Шамякина.

В цельной крови определяли содержание меди, цинка, кобальта и марганца атомно-абсорбционным методом. До аналитических концентраций, лежащих в зоне линейности использованного спектрофотометра, разбавление проб проводили методом прямого разведения бидистиллированной водой [7]. Стандартизация метода определения проводилась посредством использования метода добавок.

В сыворотке крови с использованием фотометрических методов была исследована концентрация кальция (по реакции с орто-крезолфталеин комплексом), неорганического фосфора (с молибдатом аммония), магния (с ксилидиловым синим), железа (по образованию комплекса ионов  $Fe^{2+}$  с хромогеном).

При определении содержания магния, железа в сыворотке крови использовали наборы фирмы «Витал Диагностика СПб» (Российская Федерация). Для исследования уровня неорганического фосфора и кальция в сыворотке крови применяли наборы фирмы НТК «Анализ-Х» (Республика Беларусь).

Полученные данные были статистически обработаны с использованием программы «Microsoft Excel».

### Результаты исследований и их обсуждение

В начальный период лактации коровы получали рацион, состоявший из силоса кукурузного (22 кг), сенажа разнотравного (8 кг), комбикорма собственного изготовления (4 кг), жмых (0,8 кг) и барды (8 л). По уровню обменной энергии, содержанию сухого вещества, сырого и переваримого протеина, магния рацион соответствовал норме кормления этих животных (таблица 1) [8]. В то же время отмечался недостаток сырой клетчатки (до 39,52%), жиров (87,31%), кальция (36%), фосфора (28,67%) и всех исследованных микроэлементов, кроме железа. Так, содержание марганца было на 36,56% ниже нормативных критериев, меди – на 44,52%, цинка – 55,57%. Но особенно острый дефицит выявлен для кобальта (76,19%).

Таблица 1. – Содержание элементов питания в рационе коров-первотелок в начальный период лактации

Показатели	Силос кукурузный	Сенаж разнотравный	Жмых	Комбикорм	Брага	Всего в рационе	Норма	% обеспечения
Количество, кг	22	8	0,8	4	8			
Обменная энергия, Мдж	63,58	12,96	8,064	40,6	16,88	142,084	137	103,71
Сухое вещество, кг	6,6	1,52	0,736	3,64	66,4	78,90	14,9	529,50
Сырой протеин, г	469,04	144,24	267,28	504,4	544	1929	1780	108,37
Переваримый протеин, г	258,06	83,68	245,90	388,4	310,08	1286	1185	108,52
Сырая клетчатка, г	1459,04	505,28	120,8	278,8	73,6	2437,52	4030	60,48
Сырой жир, г	7,26	8,69	9,92	20,2	2,78	48,85	385	12,69
Кальций, г	30,58	10,72	5,36	8,0	5,28	59,94	81	74,0
Фосфор, г	15,62	4,24	7,84	4,0	8,96	40,66	57	71,33
Магний, г	8,58	3,68	5,12	15,6	2,8	35,78	23	155,56
Медь, мг	15,774	17,728	1,354	23,4	-	58,256	105	55,48
Цинк, мг	78,32	91,84	4,97	133,64	-	308,77	695	44,43
Кобальт, мг	0,242	0,3112	0,144	1,16	-	1,857	7,8	23,81
Марганец, мг	150,48	112,32	27,46	150,68	-	440,94	695	63,44
Железо, мг	572,66	239,04	13,07	209,2	-	1034	930	111,18
Каротин, мг	176	152	-	-	-	328	520	63,08

Коровы на третьем месяце лактации получали рацион, состоявший из силоса кукурузного (20 кг), сенажа разнотравного (8 кг), комбикорма собственного изготовления (4 кг), жмыха рапсового (0,8 кг).

Рацион коров [8] по уровню магния и железа соответствовал норме кормления этих животных (таблица 2). В то же время по большинству компонентов он был не сбалансирован. Так, в нем зарегистрирован недостаток обменной энергии (до 7,2%), сухого вещества (13,34%), сырого протеина (6,97%), переваримого протеина (2,84%), сырой клетчатки (36,52%), кальция (5,28%), фосфора (15,65%) и всех исследованных микроэлементов, кроме железа. Но особенно острый дефицит выявлен для цинка (63,04%). При этом в рационе отмечался значительный переизбыток сырого жира (52,06%).

Коровы на заключительном этапе лактации получали рацион, состоявший из кормосмеси (зеленая масса и силос кукурузный) – 30 кг, сено разнотравное – 7 кг, комбикорма – 5 кг.

Проведенный нами анализ рациона коров-первотелок на заключительном этапе лактации показал, что по содержанию обменной энергии, сухого вещества, сырого и переваримого протеина, макроэлементов (кальций, фосфор и магний) он соответствовал норме кормления этих животных (таблица 3) [8]. В то же время отмечался недостаток сырой клетчатки (до 12,85%), сырого жира (7,47%) и всех исследованных микроэлементов, кроме железа. Так, содержание марганца было на 52,48% ниже нормативных критериев, меди – 53,33%, кобальта – 55,73%. Но особенно острый дефицит выявлен для цинка (68,71%). При этом в рационе отмечался значительный переизбыток железа.

Таблица 2. – Содержание элементов питания в рационе коров-первотелок на третьем месяце лактации

Показатели	Силос кукурузный	Сенаж разнотравный	Жмых	Комбикорм	Всего в рационе	Норма	% обеспеченности
Количество, кг	20	8	0,8	4			
Обменная энергия, Мдж	46,20	30,24	10,93	39,76	127,13	137	92,8
Сухое вещество, кг	4,80	3,76	0,752	3,6	12,91	14,9	86,66
Сырой протеин, г	394,60	288,80	257,28	715,20	1655,88	1780	93,03
Переваримый протеин, г	217,00	167,52	216,11	550,72	1151,35	1185	97,16
Сырая клетчатка, г	1169,40	1045,6	102,24	241,2	2558,44	4030	63,48
Сырой жир, г	171,2	70,80	102,24	241,20	585,44	385	152,06
Кальций, г	21,20	24,00	5,92	25,60	76,72	81	94,72
Фосфор, г	10,40	11,60	9,68	16,40	48,08	57	84,35
Магний, г	5,00	6,00	4,32	11,60	26,92	23	117,04
Медь, мг	18,04	13,984	4,030	47,916	83,97	105	79,97
Цинк, мг	85,60	61,12	6,79	103,40	256,91	695	36,96
Кобальт, мг	0,446	0,568	0,136	2,96	4,11	7,8	52,73
Марганец, мг	102,80	104,48	15,63	93,88	316,79	695	45,58
Железо, мг	541,80	168,88	30,41	216,52	957,61	930	102,97
Каротин, мг	240	24,0	-	-	264	520	50,77

Таблица 3. – Содержание элементов питания в рационе коров-первотелок на восьмом месяце лактации

Показатели	Кормосмесь (зеленая масса+силос кукурузный)	Сено разнотравное	Комбикорм	Всего в рационе	Норма	% обеспеченности
Количество, кг	30	7	5			
Обменная энергия, Мдж	58,5	60,55	51,85	170,9	137	124,7
Сухое вещество, кг	4,50	6,16	4,50	15,16	14,9	101,7
Сырой протеин, г	518,10	620,48	868,00	2006,58	1780	112,73
Переваримый протеин, г	399,00	477,75	668,35	1545,1	1185	130,39
Сырая клетчатка, г	1267,2	1893,29	315,5	3511,99	4030	87,15
Сырой жир, г	83,4	130,34	142,50	356,24	385	92,53
Кальций, г	29,10	38,57	49,50	117,7	81	144,65
Фосфор, г	13,50	19,95	46,50	79,95	57	140,26
Магний, г	4,80	10,01	17,00	31,81	23	138,30
Медь, мг	16,20	6,50	26,30	49,0	105	46,67
Цинк, мг	117,0	16,87	83,60	217,47	695	31,29
Кобальт, мг	0,366	0,127	2,96	3,45	7,8	44,27
Марганец, мг	146,4	36,4	147,5	330,3	695	47,52
Железо, мг	975,00	165,20	821,6	1961,8	930	210,95
Каротин, мг	900	119,0	-	1019	520	195,96

Несбалансированность рациона коров-первотелок по ряду питательных компонентов отразилась и на их уровне в крови (таблица 4).

Таблица 4. – Показатели минерального обмена в крови коров-первотелок в разные периоды лактации\*

Исследованные показатели	Min – Max	M±m	Норма
<i>1-й месяц лактации</i>			
Ca, ммоль/л	0,94–6,41	1,93±0,54	2,50–3,13
P, ммоль/л	1,29–3,35	2,52±0,21	1,45–1,94
Ca : P	0,16–2,46	0,74±0,21	1,29–2,16
Mg, моль/л	0,67–1,10	0,95±0,04	0,82–1,23
Fe, мкмоль/л	35,54–103,69	71,91±6,91	17,85–28,57
Cu, мкмоль/л	7,40–14,89	11,29±0,68	12,50–18,75
Zn, мкмоль/л	33,08–72,92	46,44±3,80	45,90–76,48
Co, нмоль/л	384,74–733,89	485,93±32,77	510,00–850,00
Mn, мкмоль/л	2,73–3,75	3,26±0,11	2,73–4,55
<i>3-й месяц лактации</i>			
Ca, ммоль/л	1,51–3,03	2,33±0,15	2,50–3,13
P, ммоль/л	1,34–2,68	2,22±0,14	1,45–1,94
Ca : P	0,68–1,53	1,08±0,08	1,29–2,16
Mg, моль/л	0,68–1,34	1,07±0,06	0,82–1,23
Fe, мкмоль/л	34,73–120,15	68,85±10,09	17,85–28,57
Cu, мкмоль/л	9,18–22,07	15,64±1,50	12,50–18,75
Zn, мкмоль/л	28,80–55,21	42,37±2,58	45,90–76,48
Co, нмоль/л	232,68–931,08	523,06±62,29	510,00–850,00
Mn, мкмоль/л	1,92–3,72	2,89±0,21	2,73–4,55
<i>8-й месяц лактации</i>			
Ca, ммоль/л	1,70–2,18	1,91±0,04	2,50–3,13
P, ммоль/л	1,06–1,65	1,29±0,06	1,45–1,94
Ca : P	1,10–1,79	1,51±0,07	1,29–2,16
Mg, моль/л	0,82–0,83	0,83±0,003	0,82–1,23
Fe, мкмоль/л	17,80–39,71	30,19±2,46	17,85–28,57
Cu, мкмоль/л	8,12–14,45	11,11±0,53	12,50–18,75
Zn, мкмоль/л	44,25–64,28	53,88±2,32	45,90–76,48
Co, нмоль/л	458,39–796,03	616,01±36,13	510,00–850,00
Mn, мкмоль/л	2,62–4,25	3,25±0,17	2,73–4,55

\*Примечание: содержание меди, цинка, кобальта, марганца приведено в цельной крови, остальных показателей – в сыворотке крови

В результате проведенных исследований было установлено, что содержание кальция в сыворотке крови коров-первотелок на всем протяжении исследований не соответствовала физиологическим нормативам. Так, концентрация кальция в сыворотке крови в начале лактации оказалась ниже физиологической нормы у 80% животных. При этом отмечался широкий диапазон колебаний данного элемента в сыворотке крови первотелок. На третьем месяце лактации уровень кальция в сыворотке крови был ниже физиологической нормы у 50% коров-первотелок при широком диапазоне колебаний данного элемента ( $C_v = 20,3$ ). На восьмом месяце лактации, несмотря на обеспеченность рациона животных кальцием, концентрация данного макроэлемента в сыворотке крови коров была ниже физиологической нормы в 1,48 раза.

На наш взгляд, снижение содержания кальция в сыворотке крови связано с недостатком его в кормах и плохим усвоением вследствие дефицита витамина D и паратгормона, которые обеспечивают его всасывание в кишечнике, и с тем, что у лактирующих животных кальций выделяется с молоком, а у коров на восьмом месяце лактации кальций может использоваться для построения костной ткани развивающегося плода. Также известно, что избыток магния в рационе

с недостаточным содержанием фосфора приводит к повышенной экскреции кальция из организма, что наблюдается в наших исследованиях [9].

Содержание неорганического фосфора в сыворотке крови на первом месяце лактации было выше физиологической нормы у 90% коров. На третьем месяце лактации, несмотря на дефицит фосфора в рационе коров-первотелок, его концентрация в сыворотке крови была выше физиологической нормы в 1,5 раза. Повышение уровня фосфора в сыворотке крови, вероятно, связано с тем, что обмен фосфора находится в тесной и обратной связи с метаболизмом кальция, поскольку мобилизация второго из костной ткани осуществляется в виде фосфатов кальция. Поэтому при снижении уровня кальция в сыворотке крови возрастает уровень фосфора и наоборот [5]. Также, согласно литературным данным, высокое содержание фосфора может отмечаться при кетозе, что подтверждается нашими исследованиями молочной кислоты [10], [11]. У всех исследованных животных на первом и третьем месяцах лактации был увеличен уровень молочной кислоты в крови.

На восьмом месяце лактации концентрация фосфора в сыворотке крови была ниже физиологической нормы в среднем в 1,3 раза. Вероятно, это связано с тем, что в этот период фосфор интенсивно используется для построения костной ткани развивающегося плода, собственной костной ткани.

Важное значение для дифференциальной диагностики заболеваний минерального обмена имеет не только количественное определение кальция и фосфора, но и их пропорциональное соотношение ((1,5–2):1). В случае избытка в сыворотке крови фосфора или недостатка кальция нарушается кальций-фосфорное соотношение, что подтверждают проведенные нами исследования. Соотношение Ca : P было нарушено у 90% коров-первотелок на первом месяце лактации и у 70% коров на третьем месяце лактации ( $C_v = 24,36$ ), что может привести к остеомаляции, нарушениям опорно-двигательного аппарата, болезням копыт. На заключительном этапе лактации соотношение Ca : P соответствовало нормативным критериям.

Уровень магния в сыворотке крови у всех исследованных животных в течение всего периода исследований был в пределах физиологической нормы.

Содержание железа в сыворотке крови было выше нормы у всех исследованных животных на протяжении всего срока исследования. Избыток железа не менее опасен для организма животных, чем и его дефицит. При высоком содержании этого элемента он оказывает в первую очередь токсическое действие на печень и селезенку, а также усиливает воспитательные процессы в организме.

Концентрация меди в цельной крови коров-первотелок в начале лактации не соответствовала физиологической норме у 80% животных [12]. При этом отмечался широкий диапазон колебаний данного микроэлемента. Среднее содержание меди в цельной крови коров-первотелок на третьем месяце лактации соответствовало физиологической норме ( $15,64 \pm 1,50$  мкмоль/л), хотя имело большой диапазон колебаний ( $C_v = 30,4$ ) и у 30% животных был ниже нормы. На восьмом месяце лактации концентрация данного микроэлемента в цельной крови была ниже нормативных критериев у всех исследованных животных.

Для жвачных животных медь необходима для нормальной жизнедеятельности микрофлоры преджелудков. При её дефиците у коров отмечается слабое появление течки, отсутствие охоты [5].

Уровень цинка в цельной крови коров-первотелок на первом и третьем месяцах лактации, хотя в среднем и соответствовал физиологической норме, у 50% исследованных животных был ниже необходимых нормативов и имел широкий диапазон колебаний. Недостаточное содержание цинка в организме коров-первотелок в период интенсивного молокообразования может привести к угнетению воспроизводительной функции животных и нарушению работы многих ферментов, для которых данный микроэлемент является активатором [5], [9]. Содержание цинка в цельной крови коров-первотелок на восьмом месяце лактации соответствовало нормативным критериям.

Низкое содержание меди и цинка в крови коров-первотелок, вероятно, связано с дефицитом данных микроэлементов в рационе животных. Так, уровень обеспеченности первотелок медью и цинком с кормами на первом месяце лактации составил лишь 55,6% и 49% соответственно. На третьем месяце лактации обеспеченность медью и цинком составила 79,97% и 36,96% соответственно.

На первом месяце лактации была выявлена низкая обеспеченность рациона коров-первотелок кобальтом, что отразилось и на низком уровне его содержания в крови животных. Такая картина была зарегистрирована у 60% исследованных коров. На третьем месяце лактации у 40% исследованных животных уровень кобальта соответствовал норме, а у 60% оказался ниже необходимых нормативных критериев [6]. Это связано, на наш взгляд, с дефицитом данного микроэлемента в рационе животных. Так, уровень обеспеченности первотелок кобальтом с кормами составил лишь 52,73%.

Это в свою очередь может привести к нарушению синтеза рубцовой микрофлорой кобаламина и к нарушению процессов кроветворения, что подтвердилось нашими исследованиями. У 30% первотелок в начальный период лактации и у 60% на третьем месяце лактации был низкий уровень гемоглобина. Недостаточное содержание данного микроэлемента в рационе животных ведет к пониженному усвоению кальция и фосфора из кормов, а также к снижению живой массы коров, продуктивности и к ранней выбраковке животных из стада [14]. На заключительном этапе лактации концентрация кобальта в цельной крови соответствовала физиологической норме.

Концентрация марганца в цельной крови у всех первотелок в начале лактации соответствовала нормативным критериям. На третьем месяце лактации содержание марганца цельной крови коров имело широкий диапазон колебаний и в среднем соответствовало нижней границе физиологической нормы (2,89 мкмоль/л). На восьмом месяце лактации уровень марганца в цельной крови соответствовал физиологической норме.

### **Выводы**

Исследования состояния минерального питания и обмена у коров-первотелок в разные периоды лактации позволили сделать следующие **выводы**:

1. На первом месяце лактации отмечалась низкая концентрация макро- и микроэлементов в исследуемых кормах, что привело к снижению их содержания в крови. Процент обеспеченности рациона кальцием составил – 74%, фосфором – 71,3%, медью – 55,6%, цинком – 49%, марганцем – 63,4%, кобальтом – 23,85%. Концентрация кальция в сыворотке крови была ниже физиологической нормы у 80% животных. Содержание меди в цельной крови не соответствовало нормативным критериям у 80%, цинка – у 50%, кобальта – у 60% коров-первотелок.

2. На третьем месяце лактации в исследуемых кормах коров-первотелок концентрация макро- и микроэлементов варьировала в широких пределах, что привело к разной концентрации данных элементов в крови первотелок. Так, процент обеспеченности рациона кальцием составил 94,72%, фосфором – 84,35%, магнием – 117%, медью – 80%, цинком – 24%, марганцем – 45,7%, кобальтом – 52,7%, железом – 103%. Содержание кальция в сыворотке крови было ниже физиологической нормы у 50% животных. Концентрация цинка в цельной крови была ниже физиологических нормативов у 50%, а кобальта – у 60% коров-первотелок. Содержание магния и железа в сыворотке крови было выше нормы у 90% и 100% животных соответственно.

3. В рационе коров-первотелок на восьмом месяце лактации была выявлена высокая концентрация макроэлементов и низкая концентрация микроэлементов в исследуемых кормах. Процент обеспеченности рациона кальцием составил 120,6%, фосфором – 114,8%, магнием – 108%, медью – 46,7%, цинком – 31,3%, марганцем – 47,5%, кобальтом – 67,3%, железом – 220%.

Несмотря на обеспеченность рациона животных макроэлементами, концентрация кальция в сыворотке крови у всех животных оказалась ниже физиологической нормы, фосфора – у 80% исследованных животных. У всех исследованных животных концентрация меди в цельной крови была ниже физиологических нормативов, а железа в сыворотке крови выше нормативных критериев.

4. Использование минеральных премиксов и добавок необходимо осуществлять на основании мониторинговых исследований химического состава собственных кормов хозяйства, а также анализа дефицита макро- и микроэлементов в рационе с учетом норм кормления и плановой продуктивности.

## СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антонюк, В. С. Животноводство: пути повышения эффективности / В. С. Антонюк // Ученые записки ВГАВМ : материалы III междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 4–5 ноября 1999 г. : в 2 ч. / Витебск. гос. акад. вет. Медицины ; редкол.: А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск, 1999. – С. 3–14.
2. Коваленок, Ю. К. Совершенствование способов лечения и профилактики микроэлементозов продуктивных животных / Ю. К. Коваленок // Ученые записки Витебской ордена «Знак Почета» гос. акад. ветеринар. медицины. – 2007. – Т. 43, вып.1. – С. 105–108.
3. Шейко, И. П. Рациональное использование генетических ресурсов животноводства Республики Беларусь / И. П. Шейко, И. С. Петрушко // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2005. – № 4. – С. 81 – 86.
4. Карпович, Е. М. Продуктивное долголетие коров разных линий / Е. М. Карпович // Ученые записки Витебской ордена «Знак Почета» гос. акад. ветеринар. медицины. – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 248–251.
5. Кучинский, М. П. Биоэлементы – фактор здоровья и продуктивности животных / М. П. Кучинский. – Минск : Бизнесофсет, 2007. – 372 с.
6. Интенсификация производства молока: опыт и проблемы / В. И. Смунев [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 486 с.
7. Мацинович, А. А. Особенности подготовки крови при определении в ней микроэлементов атомно-абсорбционным методом без озоления / А. А. Мацинович // Актуальные вопросы ветеринарной медицины: материалы Сибирского Междунар. ветеринар. конгресса / Новосибир. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2005. – С. 317–318.
8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / под ред. А. П. Калашникова [и др.]. – М., 2003. – 456 с.
9. Разумовский, Н. П. Высокопродуктивные коровы: обмен веществ и полноценное кормление / Н. П. Разумовский, В. В. Ковзов, И. Я. Пахомов. – Витебск : УО ВГАВМ, 2007. – 290 с.
10. Скальный, А. В. Биоэлементы в медицине / А. В. Скальный, М. А. Рудаков. – М. : Изд. дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.
11. Холод, В. М. Справочник по ветеринарной биохимии / В. М. Холод, Г. Ф. Ермолаев. – Минск : Ураджай, 1988. – 168 с.
12. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / И. П. Кондрахин [и др.] ; под ред. проф. И. П. Кондрахина. – М. : КолосС, 2004. – 520 с.
13. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, Б. Н. Анненков, В. Т. Самохин. – М. : Колос, 1979. – 471 с.
14. Богдевич, И. М. Концепция повышения плодородия почв Республики Беларусь / И. М. Богдевич, Н. И. Смяян, В. В. Лапа // Ахова раслін. – 2002. – № 1. – С. 8–11.

*Поступила в редакцию 03.03.16*

E-mail: ivkotovich@mail.ru

O. P. Pozyvaylo, I. V. Kotovich, N. V. Kopat, S.Yu. Zaytsev

CHANGES IN MINERAL METABOLISM MEASURES  
OF FIRST-CALF COWS DURING LACTATION PERIOD

First-calf cows feed analysis within various periods of lactation at agricultural production cooperative “Kozenky-Agro” (Mozyr District, Gomel Region) was held. It was found that deficit of macro- (calcium and phosphorus) and micro-elements (cobalt, copper and zink) have been observed in food ration. As a result it has led to these elements concentration reduction in the blood. Moreover, there has been reduction of serum calcium value and cobalt, copper, zink reduction in the whole blood.

In order to prevent metabolic disturbance and potential hypomicroelementosis it is necessary to use mineral premixes and additives after surveillance studies of feed chemical compound at production cooperatives and to analyze deficit of macro- and micro-elements with regard to feeding norms and normal first-calf cow productivity.

Keywords: mineral metabolism, first-calf cows, macro-elements, micro-elements, calcium, phosphorus, magnesium, copper, zink, cobalt, manganese.

УДК 630\*232.327.3

А. М. Потапенко<sup>1</sup>, Л. В. Старшикова<sup>2</sup><sup>1</sup>Кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»<sup>2</sup>Кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии, МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь**ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ НА ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCUS ROBUR L.*) ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

В статье приведены результаты изучения освещенности под пологом смешанных дубрав, березняков и сосняков с целью определения влияния интенсивности освещенности на естественное возобновление дуба черешчатого. Установлена особенность светового режима под пологом смешанных дубрав в зависимости от полноты и участия дуба в составе насаждения. Определена степень влияния интенсивности освещения на естественное возобновление дуба черешчатого.

Ключевые слова: освещенность; интенсивность освещенности; дуб черешчатый (*QUERCUS ROBUR L.*); естественное возобновление; под пологом лесных насаждений.

**Введение**

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что успешность естественного возобновления дуба под пологом насаждений зависит от множества факторов (рисунок 1). Освещенность является наиболее существенным из них, лимитирующим продолжительность жизни самосева под пологом леса и формирование его в подрост [1]–[7].

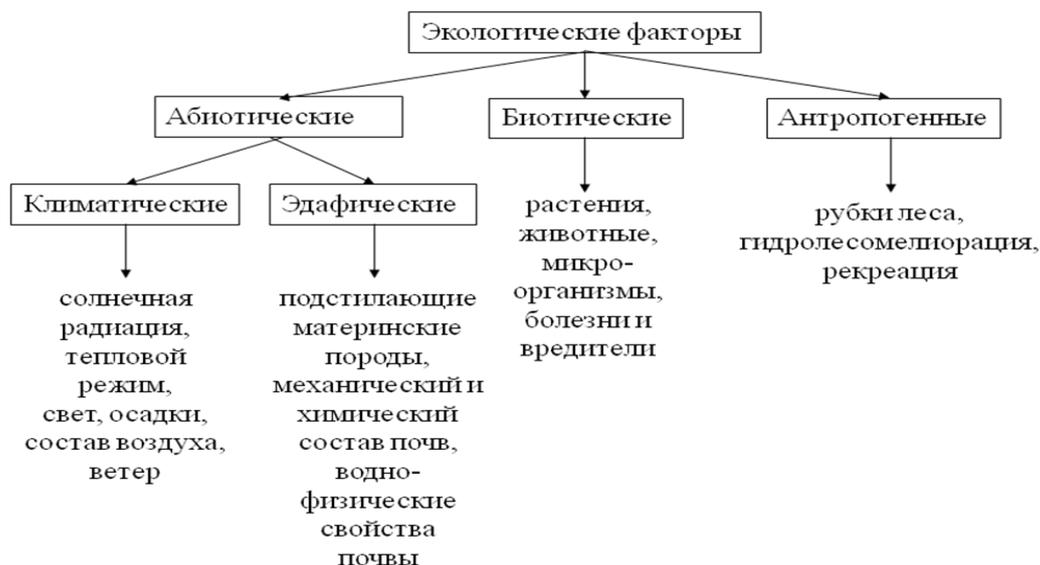


Рисунок 1. – Экологические факторы, влияющие на естественное возобновление дуба черешчатого

Влияние освещенности на естественное возобновление дуба проявляется, прежде всего, в значительном изменении его количества и качества. Ряд исследователей [1], [2], [6]–[8] еще в прошлом столетии установили, что именно недостаток света в лесу – одна из основных причин угнетения и гибели подростка дуба при высокой сомкнутости материнского древостоя.

Увеличение освещенности под пологом дубового леса до 25% способствует уменьшению отпада самосева дуба, увеличению его прироста и обеспечению выживания в течение 3–5 лет.

На открытом месте активные солнечные лучи составляют 48–49% рассеянного света при облачном небе, а под пологом дубрав – 2–13% [9].

По данным А. А. Молчанова [10], под пологом леса освещенность зависит от возраста древостоя. Суммарная относительная освещенность под пологом снытевой дубравы в возрасте 20 лет составляла около 2% от освещенности открытого места, в возрасте 35–70 лет – 4% и в возрасте 230 лет – 5% [11]. В прошлом столетии установлено, что именно недостаток света в лесу – основная причина угнетения и гибели подроста при высокой сомкнутости материнского древостоя [3]–[5], [12]–[14].

Большинство исследователей отмечают, что нормальная сохранность самосева под пологом леса длится первые 2–4 года [15], [16]. В этом возрасте самосев нуждается в некотором затенении [12], [17]. После трехлетнего возраста у подроста дуба черешчатого под пологом леса повышается потребность к свету и в случае его недостатка он начинает погибать [12, 18]. Подрост дуба, освещенный на 10–15% от освещенности открытого места, плохо развивается [13].

Некоторые исследователи [15], [16] имеют различные мнения об оптимальном показателе освещенности для роста и развития самосева и подроста дуба. По данным П. Е. Сороговца [15], этот показатель составляет 40% от освещенности открытого места. Исследованиями В. Ф. Решетникова [16] установлено, что хороший рост и развитие дуба обеспечивается, когда он получает от 45 до 80% освещенности открытого места. Лосицкий К. Б. [1] отмечает, что в зоне смешанных лесов минимальной величиной освещенности, при которой 3-летний дубовый подрост может нормально развиваться, является освещенность 12–20%. По данным Д. В. Касимова [19], оптимальной для самосева и подроста дуба черешчатого является освещенность 40–60%. Молчанов А. А. [10], исследуя воздействие антропогенных факторов на лесные фитоценозы, установил, что оптимальная освещенность для дуба составляет 50%. Таким образом, показатель оптимальной освещенности для дуба, по данным ряда ученых, колеблется от 45 до 80% от освещенности открытого места. Освещенность ниже 20% влияет неблагоприятно на рост дуба, а при освещенности выше 60% дуб, как правило, низкорослый и сильноветвистый.

**Цель работы:** изучить влияние освещенности на естественное возобновление дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) под пологом лесных насаждений.

**Материалы и методика исследований.** Исследование влияния освещенности под пологом насаждений на естественное возобновление дуба черешчатого проводилось на девяти постоянных пробных площадях.

Освещенность определялась переносным фотоэлектрическим люксметром Ю-116 по методике В. А. Алексеева [20]. Под пологом лесных насаждений в каждой точке измерения (не менее 50 точек) освещенность учитывалась на поверхности почвы и на открытой местности [10], [20]. Измерения выполнялись двумя люксметрами в июле–августе в ясную погоду.

Анализ изменения количества условно крупного подроста дуба проводили по группам полнот, в ходе определения влияния освещенности на естественное возобновление дуба.

### Результаты исследований и их обсуждение

Изучение влияния освещенности на подрост под пологом дубрав (ППП), березняков и сосняков показало, что в дубраве черничной при полноте 0,7 абсолютная освещенность почвы составляет 1256 лк (1,4% от открытой местности), что в 1,4 раза больше, чем при полноте 0,8 в дубраве снытевой (876 лк или 1,2%) (таблица 1).

Установлено, что в березняке орляковом и черничном с полнотой 0,6 освещенность составляет 2980 и 18500 лк (3,1 и 18,7% от открытой местности), что в 1,6 раза выше по сравнению с березняком кисличным с полнотой 0,9 (6640 лк или 7,7%). В высокополнотном (0,8–0,9) сосняке орляковом и сосняке кисличном абсолютная освещенность почвы составляет 3120 лк и 5510 лк соответственно (3,3 и 5,7%).

В связи с тем, что благоприятная среда для успешного возобновления дуба создается при оптимальной степени освещенности, которая зависит от полноты насаждения, был проведен анализ изменения количества условно крупного подроста дуба по лесным формациям с градацией по полнотам, представленный в таблице 2.

Таблица 1. – Характеристика естественного возобновления леса в зависимости от освещенности под пологом насаждений

Полнота насаждения	Характеристика подроста				Абсолютная освещенность, лк		
	состав	общее количество, шт./га	возраст дуба, лет	Н ср. дуба, м	на открытой местности	под пологом древостоя	на уровне средней высоты кроны подроста
ППП 1, дубрава черничная							
0,7	7Е2Д1Кл	1966	29	7,1	92080±180	1256±196	3171±558
ППП 7, дубрава снытевая							
0,8	8Г1Кл1Лп	480	2	0,8	75380±456	876±104	3195±1102
ППП 5, березняк кисличный							
0,9	10Д+Б	890	30	8,0	85880±485	6607±1461	9300±1988
ППП 19, 4, березняк орляковый							
0,5	6Д2Кл2Г+С, Ос	1532	—*	—*	57310±256	12546±2106	—*
0,6	10Д+Ос	761	10	7,4	96760±560	2980±456	7352±1731
ППП 2, березняк черничный							
0,6	7ДЗБ+Ос	4168	13	6,2	99000±332	18500±1638	33740±2744
ППП 3, сосняк орляковый							
0,8	10Д+Г, Кл, Б	2331	15	6,4	95000±377	3126±790	7645±1439
ППП 6, сосняк кисличный							
0,9	5Д5Г	621	30	8,1	96100±208	5514±1339	6725±1638
ППП 16, сосняк черничный							
0,6	6Д2С2Б	2467	—*	—*	61620±1214	14972±2886	—*

Примечание – \* – показатели не определялись

Таблица 2. – Анализ достоверности различий количества подроста дуба по лесным формациям с градацией по полнотам

Лесная формация	Полнота насаждения	Среднее количество условно крупного подроста дуба, шт/га	Степень свободы, v	Критерий Стьюдента, t	Уровень значимости (P)
Дубравы	0,3–0,5	244±78	27	2,83*	0,04
	0,6–0,7	722±154			
Сосняки	0,3–0,5	806±139	22	2,36*	0,01
	0,6–0,7	1216±88			
	0,3–0,5	806±139	9	0,36	0,36
	0,8 и более	923±315			
	0,6–0,7	1216±88			
0,8 и более	923±315	21	1,27	0,11	
Березняки	0,3–0,5	477±140	16	2,45*	0,01
	0,6–0,7	1703±300			
	0,3–0,5	477±140	9	1,72	0,06
	0,8 и более	882±179			
	0,6–0,7	1703±300			
0,8 и более	882±179	17	1,77*	0,05	

Примечание – \* – различие достоверно с вероятностью 95,0–99,0%

Благоприятные условия для естественного возобновления дуба черешчатого выявлены в дубравах, сосняках и березняках при полноте древостоя 0,6–0,7 и освещенности 19–34%. Установлено, что при полноте древостоя 0,3–0,5 и освещенности 22% от открытой местности

количество подроста дуба меньше в 1,1–2,9 раза по сравнению с полнотой 0,6–1,0. При повышении полноты древостоя до 0,8–1,0 и освещенности 1–11% от открытой местности отмечено, что густота подроста дуба ниже в 1,3–1,9 раза, чем при полноте древостоя 0,6–0,7, и в 1,1–1,8 раза выше по сравнению с низкополнотными древостоями.

Исследования показали, что количество подроста дуба в низкополнотных дубравах, сосняках и березняках имеет достоверные различия ( $P = 0,01–0,04$ ) со среднеполнотными насаждениями. В среднеполнотных березняках количество подроста дуба достоверно различается ( $P = 0,05$ ) с высокополнотными насаждениями. В остальных случаях различий не выявлено.

Нами проведен корреляционный анализ влияния полноты насаждения в дубравах, сосняках и березняках на естественное возобновление леса. Установлено, что в свежих богатых плакорных эдафотопях ( $D_2$ ) подрост дуба в дубравах при полноте 0,7 составляет 0,4–1,1 тыс. шт./га, при 0,6 – 0,9–1,1 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,2–5,3 тыс. шт./га и при 0,4 – 2,4 тыс. шт./га. В этих условиях прослеживается средняя обратная корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (-0,418) и с общей густотой подроста (-0,357).

Во влажных богатых почвах ( $D_3$ ) в дубовых насаждениях при полноте 0,8 густота молодых растений дуба составляла 0,01 тыс. шт./га, при 0,7 – 0,8–4,6 тыс. шт./га. То есть со снижением полноты древостоев густота дубового подроста уменьшается. В этих условиях значительное влияние на естественное возобновление дуба оказывает хорошо развитый живой напочвенный покров, развивающийся со снижением полноты древостоев.

В свежих плодородных почвах ( $C_2$ ) подрост дуба в дубравах при полноте 0,7 составляет 1,9 тыс. шт./га, при 0,6 – 0,5–5,5 тыс. шт./га, при 0,5 – 2,5 тыс. шт./га. В этих условиях не установлена корреляционная связь полноты древостоев с густотой подроста дуба и выявлена обратная слабая связь с общей густотой подроста (-0,268).

Во влажных плодородных почвах ( $C_3$ ) в дубравах при полноте 0,7 густота молодых растений дуба составляет 9,5 тыс. шт./га, при 0,6 – 0,3–1,5 тыс. шт./га, при 0,5 – 1,1–1,8 тыс. шт./га и при 0,4 – 1,7 тыс. шт./га. Здесь прослеживается средняя прямая корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (0,586) и с общей густотой подроста (0,435).

В сосняках орляковых ( $B_2$ ) подрост дуба при полноте 0,9 составляет 0,7 тыс. шт./га, при 0,8 – 0,7–2,1 тыс. шт./га, при 0,7 – 0,8–1,8 тыс. шт./га, при 0,6 – 0,9 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,6–1,4 тыс. шт./га и при 0,4 – 0,3 тыс. шт./га. В этих условиях прослеживается слабая прямая корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (0,246) и средняя обратная с общей густотой подроста (-0,339).

В сосняках черничных ( $B_3$ ) при полноте 0,8 густота молодых растений дуба составляла 0,8 тыс. шт./га, при 0,7 – 0,9–2,1 тыс. шт./га, при 0,6 – 1,4–1,6 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,9 тыс. шт./га и при 0,4 – 0,9 тыс. шт./га. Для этих условий наблюдается слабая прямая корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба и средняя прямая с общей густотой подроста (0,398).

В свежих условиях на более плодородных почвах ( $C_2$ ) в сосняках кисличных подрост дуба при полноте 0,9 составляет 0,3 тыс. шт./га, при 0,7 – 0,8–0,9 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,9 тыс. шт./га. В этих условиях установлена сильная обратная корреляционная связь полноты древостоев с густотой подроста дуба (-0,789) и с общей густотой подроста (-0,912).

Выявлено, что в березняках кисличных ( $D_2$ ) подрост дуба при полноте 0,8 составляет 0,6 тыс. шт./га, при 0,6 – 2,1 тыс. шт./га, при 0,4 – 0,2 тыс. шт./га. В этих условиях прослеживается слабая прямая корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба и с общей густотой подроста (0,564).

Во влажных богатых почвах ( $D_3$ ) в березовых насаждениях при полноте 0,8 густота молодых растений дуба составляет 1,7 тыс. шт./га, при 0,7 – 3,0 тыс. шт./га, 0,6 – 0,2–2,4 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,2 тыс. шт./га. Прослеживается та же тенденция уменьшения густоты дубового подроста со снижением полноты древостоев, как и в дубравах этого же типа леса. Коэффициент корреляционной связи между полнотой древостоев и густотой подроста дуба составляет 0,457 и с общей густотой подроста – 0,697, что указывает на наличие средней прямой связи.

Выявлено, что в березняках орляковых ( $C_2$ ) подрост дуба при полноте 0,7 составляет 0,6–0,9 тыс. шт./га, при 0,6 – 0,5–2,0 тыс. шт./га. В этих условиях прослеживается средняя обратная корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (-0,325) и с общей густотой подроста (-0,594).

В березняках черничных ( $C_3$ ) при полноте 0,8 подрост дуба составляет 0,6–0,7 тыс. шт./га, при 0,6 – 2,1 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,7 тыс. шт./га. Здесь прослеживается средняя обратная

корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (-0,403) и с общей густотой подроста (-0,229).

Процесс развития самосева и формирования подроста дуба под пологом сосновых насаждений зависит не только от освещенности, но и от состояния влажности почвы и ее плодородия.

### Выводы

В дубравах, сосняках и березняках благоприятные условия для лесовозобновительных процессов отмечаются при полноте древостоя 0,6–0,7 и освещенности 19–34% от открытой местности. При полноте древостоя 0,3–0,5 и освещенности 22% количество подроста дуба меньше в 1,1–2,9 раза по сравнению с полнотой 0,6–1,0. Увеличение полноты древостоя до 0,8–1,0 и освещенности 1–11% от открытой местности способствует снижению в 1,3–1,9 раза количества подроста дуба, чем при полноте древостоя 0,6–0,7 и повышению в 1,1–1,8 раза по сравнению с низкополнотными древостоями.

### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лосицкий, К. Б. Дубравы СССР и их восстановление / К. Б. Лосицкий // Лесное хозяйство и промышленное потребление древесины в СССР: доклады к VI мировому лесному конгрессу. – Москва: Лесная промышленность, 1966. – С. 404–414.
2. Крыжановский, К. В. Значение светового режима для роста дуба / К. В. Крыжановский // Лес. хоз-во. – 1940. – № 2. – С. 70–71.
3. Цельникер, Ю. Л. Физиологические основы теневыносливости древесных растений / Ю. Л. Цельникер. – М.: Наука, 1978. – 215 с.
4. Евстигнеев, О. И. Особенности развития широколиственных деревьев под пологом леса при различной освещенности / О. И. Евстигнеев // Ботан. журн. – 1988. – Т. 73, № 12. – С. 1730–1736.
5. Reif, A. Die natürliche Verjüngung der laubabwerfenden Eichenarten Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* Liebl.) – eine Literaturstudie mit besonderer Berücksichtigung der Waldweide / A. Reif, S. Gärtner // Waldoekologie. – 2007. – Н. 5. – S. 79–116.
6. Решетников, В. Ф. Изменение факторов среды и реакция дуба в связи с проведением механизированного осветления в смешанных дубовых насаждениях / В. Ф. Решетников // Многоцелевое лесопользование и воспроизводство лесов БССР: сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т лесоводства и механизации лес. хоз-ва. – М., 1990. – С. 51–59.
7. Алексеев, В. А. Световой режим леса / В. А. Алексеев; ред. Х. Г. Тооминг; Акад. наук СССР, Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. – Л.: Наука, 1975. – 225 с.
8. Остапенко, Б. Ф. Фитоклимат дубрав / Б. Ф. Остапенко, З. Г. Образцова // Восстановление лесных экосистем: сб. науч. тр. / Харьк. с.-х. ин-т; отв. ред. Б. Ф. Остапенко. – Харьков, 1989. – С. 4–18.
9. Копий, Л. С. Естественное возобновление дуба черешчатого в условиях западной лесостепи и его использование для восстановления дубрав: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Л. С. Копий; Белорус. технол. ин-т им. С. М. Кирова. – Минск, 1987. – 18 с.
10. Молчанов, А. А. Воздействие антропогенных факторов на лес / А. А. Молчанов; Лаб. лесоведения. – М.: Наука, 1978. – 136 с.
11. Лазарева, М. С. Фитоценологические взаимоотношения древесных видов в производных мелколиственных насаждениях Беларуси / М. С. Лазарева, Л. К. Климович, В. М. Ефименко // Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2013. – № 5 (80). – С. 105–111.
12. Аникин, М. А. Рост дубового подроста в различных условиях среды / М. А. Аникин // Тр. / Казан. с.-х. ин-т им. М. Горького; редкол.: М. А. Аникин [и др.]. – Казань, 1956. – Вып. 35. – С. 183–194.
13. Заплетин, В. Ю. Рост и развитие всходов дуба черешчатого в условиях различной освещенности / В. Ю. Заплетин, О. М. Корчагин // Проблемы деградации дубрав и современные системы ведения лесного хозяйства в них: материалы науч.-практ. семинара, Воронеж, 28–30 марта 2007 г. / Воронеж. гос. лесотехн. акад.; под ред. М. П. Чернышова. – Воронеж, 2007. – С. 98–101.
14. Харченко, Н. А. Жизненное состояние и сохранность семян дуба черешчатого в связи с различными условиями затенения / Н. А. Харченко, О. М. Корчагин, В. Ю. Заплетин // Изв. высш. учеб. заведений. Лес. журн. – 2010. – № 1. – С. 14–19.
15. Сороговец, П. Е. О некоторых факторах среды, влияющих на рост и развитие дуба под пологом леса и на лесосеках / П. Е. Сороговец // Сборник научных работ по лесовозобновлению / Акад. наук БССР, Ин-т леса; ред. В. И. Переход, И. Д. Юркевич, Н. Н. Купчинов. – Минск, 1954. – Вып. 5. – С. 164–173.
16. Решетников, В. Ф. Изменение факторов среды и реакция дуба в связи с проведением механизированного осветления в смешанных дубовых насаждениях / В. Ф. Решетников // Многоцелевое

лесоупользование и воспроизводство лесов БССР : сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т лесоводства и механизации лес. хоз-ва. – М., 1990. – С. 51–59.

17. Рыжкова, В. Н. Естественное возобновление под пологом леса в дубравах лесостепи / В. Н. Рыжкова // Изв. высш. учеб. заведений. Лес. журн. – 1959. – № 5. – С. 58–61.

18. Дацкевич, А. У. Выживаемость дуба, граба и ели в разных условиях произрастания дубрав Беловежской пушчы / А. У. Дацкевич // Заповедники Белоруссии: исследования / Гос. заповед.-охотничье хозяйство «Беловеж. Пушча»; редкол.: С. С. Балюк [и др.]. – Минск, 1981. – Вып. 5. – С. 25–35.

19. Касимов, Д. В. Особенности роста подпологовых культур дуба / Д. В. Касимов // Лес. хоз-во. – 2000. – № 5. – С. 18–19.

20. Алексеев, В. А. К методике измерения освещенности под пологом леса / В. А. Алексеев // Физиология растений. – 1963. – Т. 10, вып. 2. – С. 244–247.

*Поступила в редакцию 03.03.16*

E-mail: anto\_ha86@mail.ru

A. M. Potapenko, L. V. Starshikova

#### INFLUENCE OF ILLUMINATION ON NATURAL REGENERATION OF *QUERCUS ROBUR* L. UNDER CANOPIES OF MIXED OAKWOODS.

The paper reports on the results of research into illumination under canopies of mixed oak, birch and pine stands in order to clarify the intensities of illumination on natural regeneration of pedunculate oak. Peculiarities of light status under canopies of mixed oakwoods in accordance with crop density and stand composition were ascertained. Influence of illumination on natural regeneration of pedunculate oak was determined.

Keywords: illumination; intensities the effects of illumination; under canopies of mixed oak; *quercus robur* L.; natural regeneration.