

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

УДК 581.93

**М. М. ВАБИЩЕВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

**АДВЕНТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВО ФЛОРЕ ОКРЕСТНОСТЕЙ  
АГ. ПЛОТНИЦА СТОЛИНСКОГО РАЙОНА**

Среди угроз биоразнообразию наиболее серьезной является трансформация природных экосистем, одной из причин которых могло стать неконтролируемое увеличение числа адвентивных видов в результате хозяйственной деятельности человека [1]. Поэтому изучение адвентивных видов, характера их взаимодействия с видами местной флоры и оценка их инвазионного потенциала становится все более актуальной во всем мире [2]. В связи с этим основной целью нашей работы стало установление структуры адвентивного компонента флоры окрестностей аг. Плотница Столинского района.

На основании флористических исследований, выполненных на территории аг. Плотница Столинского района и близлежащих территорий в 2021–2022 гг., было установлено произрастание 142 видов адвентивных растений. Анализ адвентивного компонента флоры осуществляли по времени, способу заноса и степени натурализации в естественных экосистемах. Оценили хорологические особенности адвентивных видов.

В составе флоры изученной территории соотношение археофитов и неофитов примерно одинаково. На долю археофитов приходится 49,3 % от общего числа адвентивных видов, занесенных еще до конца XV в. Данная группа включает в себя как сегетальные (*Portulaca oleracea* L., *Sinapis arvensis* L., *Lycopsis arvensis* L., *Anthemis arvensis* L., *Centaurea cyanus* L. и др.), так и рудеральные (*Artemisia absinthium* L., *Chelidonium majus* L., *Chenopodium album* L., *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort., *Plantago major* L. и др.) виды. В хорологическом отношении группа археофитов представлена в основном выходцами из Евразии, с преобладанием видов европейского геоэлемента (*Stellaria media* (L.) Vill., *Gypsophila paniculata* L., *Convolvulus arvensis* L., *Arctium lappa* L., *Cichorium intybus* L. и др.).

На долю неофитов в пределах исследованной флоры приходится 50,7 % от общего числа адвентивных видов. Неофиты представлены хозяйственно ценными (*Grossularia uva-crispa* (L.) Mill., *Ribes rubrum* L., *Mentha × piperita* L., *Medicago sativa* L.), декоративными (*Dianthus barbatus* L., *Viola odorata* L., *Morus alba* L., *Bellis perennis* L., *Symphyotrichum novae-angliae* (L.) G. L. Nesom и др.), сорно-рудеральными (*Amaranthus retroflexus* L., *Bidens frondosa* L., *Spergula arvensis* L., *Lolium multiflorum* Lam., *Plantago lanceolata* L. и др.) видами. Наиболее многочисленны виды-выходцы из Северной Америки, что в целом характерно для любой современной региональной флоры Европы [2].

По способу заноса выявленные виды делятся на три группы. Доминирует группа ксенофитов (66,2 % от общего числа адвентивных видов). Ксенофиты представлены такими заносными сорно-рудеральными видами, как *Silene latifolia* Poir., *Echinochloa crus galli* (L.) Beauv., *Corispermum nitidulum* Klokov, *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande, *Erysimum cheiranthoides* L. и др. Группа эргазиофитофитов составляет 31,7 %, что количественно равно 45 видам (*Adonis aestivalis* L., *Saponaria officinalis* L., *Hesperis pycnotricha* Borbas & Degen, *Persicaria orientalis* (L.) Spach, *A Armoracia rusticana* G.

Gaertn., B. Mey. & Scherb. и др.). Наименее многочисленными являются эргазиолиптофиты – 2,1 % от общего числа адвентивных видов (*Tamarix ramosissima* Ledeb., *Primula vulgaris* Huds., *Carex capillaris* L.).

Степень натурализации отражает способность заносных видов внедряться в естественные или полустественные фитоценозы. На территории исследования выявили четыре группы адвентивных видов. В наиболее многочисленную группу эпекофитов входят 55,6 % адвентивных видов исследованной территории. Виды этой группы распространяются на вторичных местообитаниях, где могут длительно удерживаться, например, *Melilotus albus* Medic., *Agrostemma githago* L., *Ballota nigra* L., *Lamium purpureum* L., *Leonurus cardiaca* L. и др.

Колонифиты, способные продолжительное время удерживаться в местах заноса, но не имеющие тенденции к дальнейшему распространению, составляют 16,9 % от общего числа адвентивных видов. Наиболее распространенными из данной группы видами являются *Thlaspi arvense* L., *Malus domestica* Borkh, *Artemisia dracuncululus* L., *Psephellus dealbatus* (Willd.) K. Koch, *Leucanthemum maximum* (Ramond) DC. и др.

Группа эфемерофитов представлена видом *Impatiens balsamina* L., не имеющим признаков натурализации.

На долю агриофитов приходится 26,7 % от общего числа адвентивных видов. Из группы агриофитов полноправными компонентами естественных сообществ являются *Berteroa incana* (L.) DC., *Viola tricolor* L., *Torilis japonica* (Houtt.) DC., *Vinca minor* L., *Echium vulgare* L. и др. Среди данной группы есть виды, которые в силу своих биологических особенностей хорошо натурализовались вплоть до того, что способны преобразовывать природные экосистемы, изменяя особенности их функционирования. Такие виды-трансформаторы получили название инвазий [2].

На исследуемой территории выявлено 19 инвазий: *Acorus calamus* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Petasites hybridus* (L.) Gaertn., B. Mey. & Scherb., *Sambucus nigra* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Xanthium albinum* (Widder) Scholz & Sukopp, *Sarothamnus scoparius* (L.) W.D.J. Koch, *Solidago canadensis* L., *Acer negundo* L., *Erigeron annuus* (L.) Desf., *Oenothera biennis* L., *Reynoutria japonica* Houtt., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus alba* L., *Rumex confertus* Willd., *Phragmites latissimus* (Benth) Mabilie, *Bidens frondosa* L., *Elodea canadensis* Michx. Это наиболее опасные виды, в отношении которых необходимы меры по ограничению распространения, в том числе истребления.

Таким образом, адвентивный компонент исследованной флоры Столинского района характеризуется гетерогенностью и высокой пластичностью. Анализ показал некоторую интенсификацию адвентизации флоры в современный период, более широкое распространение заносных видов относительно видов «культурорбеженцев», тенденцию к активной натурализации адвентивных видов, способных оказывать непосредственное влияние на развитие растительного покрова.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черная книга флоры Беларусь: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик [и др.] ; редкол.: В. И. Парфенов, А. В. Пугачевский. – Минск : Беларусь. наука, 2020. – 407 с.
2. Мясик, А. Н. Инвазионные виды во флоре Припятского Полесья / А. Н. Мясик // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2016. – № 1. – С. 117–123.

УДК 579.63

**А. С. ГУБЕЙКО**

Пинск, ПолесГУ

Научный руководитель – М. М. Воробьева, канд. биол. наук, доцент

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ  
*ESCHERICHIA COLI* И *RAOULTELLA ORNITHINOLYTICA*  
К РАЗЛИЧНЫМ ГРУППАМ АНТИБИОТИКОВ  
ДИСКО-ДИФФУЗИОННЫМ МЕТОДОМ В УСЛОВИЯХ IN VITRO**

Бесконтрольное применение различных групп антибиотиков привело к появлению антибиотикорезистентных штаммов бактерий, в том числе и среди представителей семейства *Enterobacteriaceae*. Необходимо подчеркнуть, что резистентность к антибиотикам наблюдается как среди клинических изолятов, так и среди изолятов, выделенных из объектов окружающей среды.

Сегодня известно несколько различных методов, позволяющий определить устойчивость непатогенных и патогенных микроорганизмов к разным группам антибиотиков.

В настоящем исследовании мы предлагаем использовать не референтные методы, поскольку они трудоемкие и затратные, а коммерческие тест-системы, в частности диско-диффузионный метод. Наличие готовых дисков с антибиотиками позволяет использовать данный метод для оценки резистентности непатогенных и патогенных микроорганизмов, выделенных из окружающей среды, к антибиотикам в условиях студенческой научно-исследовательской лаборатории.

Цель – изучение резистентности трех штаммов бактерий *Escherichia coli* и одного штамма бактерий *Raoultella ornithinolytica*, выделенных из окружающей среды, к различным классам антибиотиков диско-диффузионным методом в условиях in vitro.

Штаммы бактерий выделяли из почвы на разных участках г. Пинска, воды фонтана и воды р. Пины. Отбор пробы почвы производили согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 РБ. Для выделения микроорганизмов из воды в соответствии правил ТКП 17.13-16-2014.

Далее из исследуемых проб в соотношении  $10^{-3}$  брали 1 мл и добавляли в 9 мл селективной среды Кесслера и RVS-бульон для получения накопительной культуры.

Идентификация выделенных бактерий осуществлялась по определителю Берджи, который основан на морфологических, тинкториальных, культуральных и биохимических свойствах микроорганизмов. Подбор питательных сред осуществлялся так, чтобы определить культуральные и биохимические свойства. Питательные среды готовили из сухой среды промышленного производства в соответствии с инструкцией изготовителя.

Для более корректной идентификации бактерий мы обратились в ГУ «Пинский зональный центр гигиены и эпидемиологии». В результате проведенного ими ПЦР-анализа 22 марта 2023 г. установлено, что нами выделены из почвы и воды *E. coli* и *Raoultella ornithinolytica* (ошибочно предполагали, что *Salmonella spp.*).

После выделения и корректной идентификации бактерий семейства *Enterobacteriaceae* мы оценили их резистентность к различным группам антибиотиков диско-диффузионным методом, учитывая стандарт, представленный Европейским комитетом. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Результаты определения чувствительности к различным классам антибиотиков штаммов *E. coli* и *R. ornithinolytica*, выделенных из окружающей среды

Название антибиотика	<i>E. coli</i> 1	<i>E. coli</i> 2	<i>E. coli</i> 3	<i>R. ornithinolytica</i>
Бета-лактамы				
Цефтриаксон	R	R	R	R
Цефепим	R	R	R	R
Цефексим	R	S	S	R
Цефтазидим	R	S	S	S
Цефотаксим	R	R	R	S
Тикарциллин + клавулановая кислота	R	R	R	R
Мерепенем	S	S	S	S
Фторхинолоны				
Ципрофлоксацин	S	R	R	S
Норфлоксацин	S	S	S	S
Моксифлоксацин	S	S	S	S
Перфлоксацин	R	R	R	R
Аминогликозиды				
Амикацин	R	R	R	S
Полипептидный антибиотик				
Бацитрацин	R	R	R	R
Примечание – <i>E. coli</i> 1, выделенная из почвы; <i>E. coli</i> 2, выделенная из воды фонтана; <i>E. coli</i> 3, выделенная из воды р. Пины; <i>R. ornithinolytica</i> , выделенная из почвы; R – резистентный микроорганизм к исследуемому антибиотику; S – чувствительный микроорганизм к исследуемому антибиотику.				

Установлено, что исследуемые штаммы бактерий *E. coli* демонстрируют абсолютную резистентность амикацину, бацитрацину, перфлоксацину, тикарциллину + клавулановая кислота, цефотаксиму, цефепиму и цефтриаксону, но штаммы *E. coli*, выделенные из почвы, оказались чувствительными к мерепенему, ципрофлоксацину, норфлоксацину и моксифлоксацину, а штаммы, выделенные из воды, – к цефексиму, цефтазидиму, мерепенему, норфлоксацину и моксифлоксацину. Штамм бактерии *R. ornithinolytica* оказался резистентным к цефепиму и цефтриаксону, цефотаксиму, тикарциллину + клавулановая кислота, бацитрацину и перфлоксацину, однако оказался чувствительным к цефтазидиму, цефотаксиму, мерепенему, ципрофлоксацину, норфлоксацину, моксифлоксацину и амикацину.

В нашем исследовании диско-диффузионным методом установлено, что штаммы непатогенной бактерии *E. coli* и штамма условно-патогенной бактерии *R. ornithinolytica*, выделенные из почвы и воды, являются полирезистентными, в связи с чем необходимо осуществлять постоянный микробиологический мониторинг в условиях *in vitro*. Для упрощения и ускорения проведения мониторинга эффективно использовать диско-диффузионный метод, результаты которого легко интерпретировать и использовать для дальнейшего прогноза развития резистентности к антибиотикам бактерий семейства *Enterobacteriaceae*, а также возможно осуществлять в студенческой микробиологической лаборатории.

УДК 595.773.4

**К. С. ЖУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

**ВЛИЯНИЕ ИОНОВ КАДМИЯ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДОМИНАНТНЫХ  
ЛЕТАЛЬНЫХ МУТАЦИЙ У ЛИНИИ BERLIN *DROSOPHILA*  
*MELANOGASTER***

Основным загрязнителем городских почв является кадмий, превышение предельно допустимых концентраций характерно для всех областей Республики Беларусь. Максимальное значение кадмия зарегистрировано в Могилеве, Бобруйске, Солигорске, Лунинце, Полоцке [1, с. 26]. Антропогенными источниками поступления кадмия являются автотранспорт, предприятия металлургической промышленности, свалки, места добычи полезных ископаемых, выбросы при сжигании твердого и жидкого топлива, использование синтетических фосфатных удобрений, содержащих кадмий в качестве примеси. Содержание кадмия в синтетических удобрениях способствует повышению концентрации кадмия в грунтовых водах и почве, также приводит к изменению химического состава золя, влияет на почвенную биоту и микробную популяцию [2, с. 3]. В почве кадмий присутствует в виде ионов, но может находиться в почвенном растворе в хелатной форме. В норме частицы кадмия задерживаются в корнях растений, и только небольшая часть транспортируется в наземную часть растения в следующем порядке: корни, листья, плоды, зерна. Транспорт кадмия через ксилему ограничен у большинства растений, а его концентрация в семенах, плодах и побегах минимальна, что свидетельствует о том, что кадмий с трудом перемещается в флоэме. Некоторые виды растений могут накапливать более высокую концентрацию кадмия в листьях, по сравнению с корнями [2, с. 4]. Преимущественно рацион дрозофилы состоит из ферментированных фруктов, овощей, сока растений, растительных остатков.

Дрозофила обладает большим потенциалом в качестве модельного объекта генетического исследования по изучению токсического действия тяжелых металлов, так как у нее имеются металлотионеины, сходные с таковыми у млекопитающих. Металлотионеины представляют собой короткие, богатые цистеином белки, обеспечивающие гомеостаз тяжелых металлов и детоксикацию. Они связываются с тяжелыми металлами, а также действуют как поглотители радикалов [3, с. 272]. Большинство генов дрозофилы имеет ортологи – гены с одинаковыми функциями у различных видов, в том числе и у человека. Изучение дрозофилы включает в себя легкость формально-генетического изучения со сложным строением ее тела и главных органов и тканей.

Для постановки эксперимента используется дикая линия Berlin *Drosophila melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Источником ионов кадмия послужили растворы нитрата кадмия в различных концентрациях. Оценку генотоксического действия ионов кадмия ( $Cd^{2+}$ ) производили при помощи метода доминантных летальных мутаций (ДЛМ), в соответствии с которым были поставлены четыре варианта опыта: контроль, предельно допустимая концентрация действующего вещества (ПДК), 10 ПДК и 100 ПДК. Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы. Мухи проходили в данной среде полный цикл развития, после чего попарно высаживались в баночки с чистой питательной средой.

Через сутки заменяли крышки для откладки яиц. Проводили подсчет отложенных яиц и определяли количество РЭЛ (ранних эмбриональных леталей), ПЭЛ (поздних эмбриональных леталей) и ДЛМ (доминантных летальных мутаций). Учет численности проводился в течение трех суток. Яйца с РЭЛ – белого цвета, и внутри них видны белые непрозрачные уплотнения, ПЭЛ яйца коричневого, палевого и желтого цвета.

Результаты анализа ионов кадмия ( $Cd^{2+}$ ) на возникновение ДЛМ у особей F1, F2, F3 линии Berlin *D. melanogaster* в зависимости от концентрации действующего вещества представлены на рисунке. У особей F1 наименьшее значение ДЛМ наблюдается при воздействии концентрации нитрата кадмия 100 ПДК. Самое большое значение ДЛМ наблюдается в контроле. Сравнительный анализ ДЛМ позволил выявить некоторые особенности. Численность ДЛМ в контроле значительно выше, чем при воздействии 100 ПДК нитрата кадмия, что подтверждается статистически.

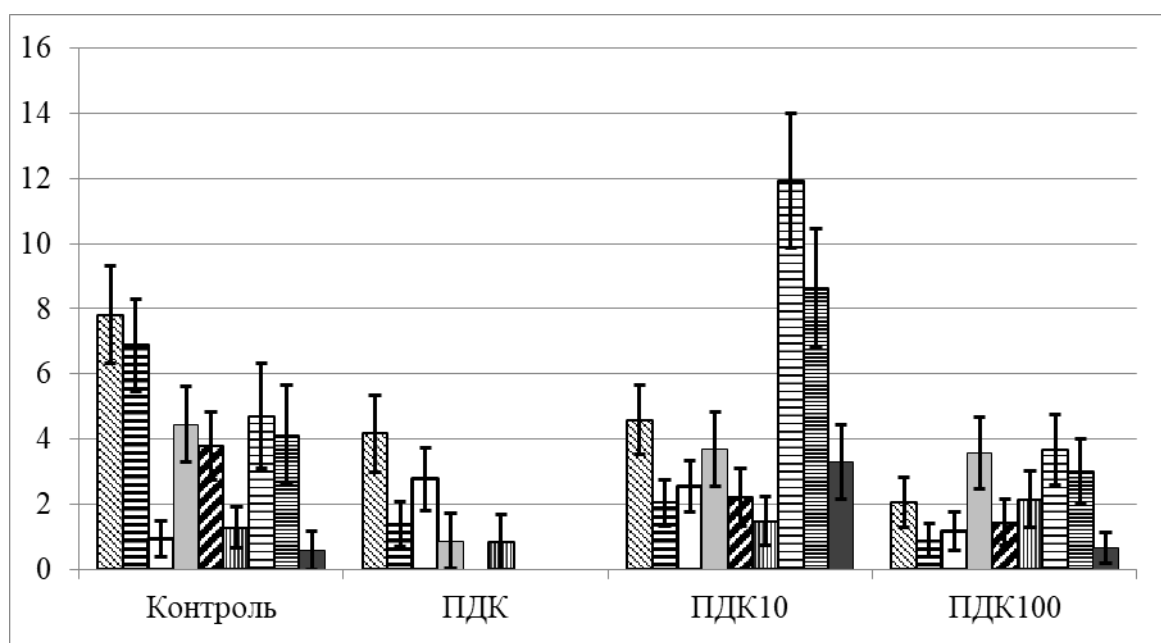


Рисунок – Частота ДЛМ у особей F1, F2, F3 линии Berlin *D. melanogaster*

В контроле количество РЭЛ выше, чем количество ПЭЛ, а при воздействии концентраций ПДК, 10 ПДК и 100 ПДК нитрата кадмия преобладают ПЭЛ. Максимальное количество РЭЛ наблюдается в контроле. Минимальное количество РЭЛ наблюдается при воздействии концентрации кадмия 100 ПДК. Сравнительный анализ РЭЛ позволил выявить некоторые особенности. Численность РЭЛ в контроле значительно выше, чем при воздействии ПДК и 10 ПДК нитрата кадмия, что подтверждается статистически. Минимальное количество ПЭЛ наблюдается в контроле. Максимальное количество ПЭЛ наблюдается при воздействии нитрата кадмия в ПДК. Сравнительный анализ ПЭЛ позволил установить отсутствие достоверных отличий во всех вариантах воздействия.

У особей F2 наименьшее значение ДЛМ наблюдается в ПДК. Самое большое значение ДЛМ наблюдается в контроле. Сравнительный анализ ДЛМ позволил установить, что численность ДЛМ в контроле значительно выше, чем в ПДК, что подтверждается статистически. При сравнении с вариантом воздействия 10 ПДК и 100 ПДК выявлена тенденция к увеличению числа ДЛМ.

При воздействии концентрации нитрата кадмия 10 ПДК и в контроле количество РЭЛ выше, чем количество ПЭЛ, а при концентрации ПДК наблюдается отсутствие РЭЛ. Сравнительный анализ РЭЛ показал, что численность РЭЛ в контроле значительно выше, чем при воздействии ПДК, а численность РЭЛ в концентрации нитрата кадмия 10 ПДК выше, чем при ПДК. При сравнении концентрации нитрата кадмия ПДК и 100 ПДК выявлена тенденция к увеличению РЭЛ в концентрации 100 ПДК. Максимальное количество ПЭЛ наблюдается при концентрации нитрата кадмия 100 ПДК. Минимальное количество ПЭЛ наблюдается при концентрации ПДК. Сравнительный анализ ПЭЛ позволил установить отсутствие достоверных отличий во всех вариантах воздействия.

У особой F3 наименьшее значение ДЛМ наблюдается в ПДК. Самое большое значение ДЛМ наблюдается при концентрации нитрата кадмия 100 ПДК. Сравнительный анализ ДЛМ позволил выявить следующие особенности. Численность ДЛМ в контроле выше, чем в ПДК, а численность при концентрации нитрата кадмия при 100 ПДК выше, чем в контроле. Однако численность ДЛМ в концентрации 10 ПДК и 100 ПДК выше по сравнению с ПДК. При сравнении концентрации нитрата кадмия 10 ПДК и 100 ПДК наблюдается увеличение ДЛМ в концентрации 10 ПДК. При воздействии концентрации нитрата кадмия 10 ПДК и в контроле количество РЭЛ выше, чем количество ПЭЛ, а при воздействии ПДК наблюдается отсутствие ДЛМ. Численность РЭЛ в контроле выше, чем при воздействии концентрации ПДК, а численность РЭЛ в концентрации ПДК выше, чем при воздействии концентрации 10 ПДК и 100 ПДК. Однако численность РЭЛ в концентрации 10 ПДК выше, чем при воздействии концентрации нитрата кадмия 100 ПДК. Минимальное количество ПЭЛ наблюдается в ПДК. Максимальное количество ПЭЛ наблюдается при концентрации нитрата кадмия 10 ПДК. Численность ПЭЛ при концентрации ПДК значительно выше, чем при воздействии 10 ПДК нитрата кадмия, что подтверждается статистически. При сравнении концентрации нитрата кадмия 10 ПДК и контроля выявлена тенденция к увеличению ПЭЛ в концентрации 10 ПДК, а при сравнении концентрации нитрата кадмия 10 ПДК и 100 ПДК выявлена тенденция к увеличению ПЭЛ в концентрации 10 ПДК.

Следовательно, при всех вариантах воздействия нитрата кадмия на особой линии *Berlin D. melanogaster* в течение первого поколения происходит уменьшение частоты ДЛМ. Максимальное значение ДЛМ и РЭЛ наблюдается в третьем поколении при концентрации нитрата кадмия 10 ПДК и в первом поколении в контроле. Минимальное значение наблюдается в третьем поколении в концентрации нитрата кадмия 100 ПДК. Во втором поколении происходит снижение частоты ДЛМ. Третье поколение характеризуется ростом частоты ДЛМ.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красочко, И. А. Загрязненность тяжелыми металлами почв Республики Беларусь / И. А. Красочко, О. В. Нарбутович, В. А. Машеро // Экология и живот. мир. – 2008. – № 1. – С. 23–31.
2. Cadmium toxicity in plants: Impacts and remediation strategies / F. U. Haider [et. al.] // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2021. – Vol. 211, № 111887. – P. 1–22.
3. Al-Momani, F. A. Effect of different heavy-metal concentrations on *Drosophila melanogaster* larval growth and development / F. A. Al-Momani, A. M. Massadeh // Biological Trace Research. – 2005. – Vol. 108. – P. 271–277.

УДК 581.143.6

**О. Б. ЗИЯТОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ  
ФАЛЕНОПСИСА ГИБРИДНОГО К УСЛОВИЯМ EX VITRO**

Процесс микроклонального размножения включает в себя четыре последовательных этапа: введение экспланта в культуру *in vitro*, микроразмножение, укоренение микропобегов, выход укорененных растений из стерильных условий в нестерильные. Самым сложным является последний этап, на котором происходят значительные потери. Известно, что относительная влажность воздуха при культивировании растений в закрытых сосудах достигает 100 %, поэтому основной задачей акклиматизации *ex vitro* регенерированных растений является создание относительно высокой влажности воздуха в первые дни после пересадки, поскольку значительные потери воды могут привести к гибели микроклонов [1]. Кроме того, при клональном размножении *in vitro* формируются условия, существенно отличающиеся от тех, что имеют место при выращивании растений в грунте. Это высокий уровень неорганического и органического питания, сахара в качестве источника углеводов, присутствие в среде экзогенных регуляторов роста, пониженный газообмен. Эти особенности микроклимата способствуют появлению у растений структурных и физиологических характеристик, сильно затрудняющих их выживание в условиях *ex vitro*. Поэтому необходимо разрабатывать приемы для адаптации пробирочных растений при переносе их из условий *in vitro* в условия *ex vitro*. На основе вышеизложенного нами была составлена схема проведения эксперимента, учитывающая три наиболее важных фактора: составление специального субстрата; использование приемов, снижающих обезвоживание растений; использование фитотрона с контролируемыми условиями освещения.

Цель – оценить адаптивность растений фаленопсиса гибридного при переводе из условий *in vitro* в условия *ex vitro* по морфометрическим показателям развития.

Объект исследования – сформированные растения фаленопсиса гибридного (*Phalaenopsis hybridum hort.*) в условиях *in vitro* из семян. В качестве основного показателя онтогенетического состояния развития пробирочных растений фаленопсиса, культивируемых *in vitro*, для перевода их в условия *ex vitro* нами принято число листьев разной формации, сформированных на растении, поскольку изменение данного показателя можно было проследить в дальнейшем. Все отобранные нами для эксперимента растения были с тремя и более ассимилирующими листьями, имели от трех до шести придаточных корней. Клонированные растения были выращены на кафедре зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина.

Исследования были проведены с октября 2021 г. по сентябрь 2022 г. в двух экспериментах. Сформированные растения фаленопсиса высаживали в два типа дренажных вазонов: большие – диаметром 11,0 см, высотой 8,0 см и весом 15 г; малые – диаметром 5,8 см, высотой 5,6 см и весом 2,6 г. Вазоны наполняли на 1/2 объема приготовленным субстратом, который состоял из измельченной сосновой коры, сухого мха сфагнума и на одном из этапов добавляли почвенный грунт. Компоненты субстрата смешивали в определенном составе. После чего субстрат увлажняли водой и высаживали растения фаленопсиса. Вазоны с высаженными растениями размещали в пластиковые ящики



и накрывали двумя слоями белого нетканого материала (спанбонд). Пластиковые ящики с растениями размещали в культуральном помещении (фитотроне) на стеллажах при искусственном освещении интенсивностью 2000 лк (лампы дневного света ЛД 40), фотопериод 16 ч, температура  $21 \pm 2$  °С.

В первом эксперименте (таблица 1) на 55-е сутки из 27 пересаженных растений фаленопсиса только 18 растений (66,7 %) адаптировались к условиям *ex vitro*. У адаптированных растений сохранилось только 31,4 % зеленых листьев. Наиболее критичным периодом в адаптации были первые три недели после перенесения из условий *in vitro* в условия *ex vitro*, поэтому в дальнейших экспериментах при подборе субстрата и условий культивирования мы ориентировались на 7, 13- и 20-е сутки.

Таблица 1 – Динамика изменчивости средней частоты зеленых листьев и процента сохранившихся растений фаленопсиса, культивируемых в условиях *ex vitro* на первом типе субстрата

Сутки	Среднее число зеленых листьев, %	Число адаптировавшихся растений, %
7-е	$79,34 \pm 3,68$	$96,3 \pm 3,63$
13-е	$69,42 \pm 4,19$	$92,6 \pm 5,04$
20-е	$60,33 \pm 4,45$	$85,2 \pm 6,84$
27-е	$53,72 \pm 4,53$	$81,5 \pm 7,48$
34-е	$48,76 \pm 4,54$	$74,1 \pm 8,43$
41-е	$45,45 \pm 4,53$	$74,1 \pm 8,43$
48-е	$35,54 \pm 4,35$	$66,7 \pm 9,07$
55-е	$31,40 \pm 4,22$	$66,7 \pm 9,07$

Второй эксперимент был проведен в два этапа, различающиеся условиями орошения надземной части растений водой или раствором янтарной кислоты дважды с равными промежутками времени между поливами. Динамика изменчивости частоты зеленых листьев у 26 растений фаленопсиса, в том числе в больших (10 растений) и малых (16 растений) вазонах, а также процента сохранившихся растений на втором типе субстрата в условиях *ex vitro* при орошении водой представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика изменчивости средней частоты зеленых листьев и процента сохранившихся растений фаленопсиса, культивируемых в условиях *ex vitro* на втором типе субстрата при орошении водой

Сутки	Тип вазона	Среднее число зеленых листьев, %	Число адаптировавшихся растений, %
7-е	Большой	$85,71 \pm 4,41$	100
	Малый	$93,90 \pm 2,64$	100
	Все	$90,34 \pm 2,45$	100
13-е	Большой	$74,60 \pm 5,48$	100
	Малый	$71,95 \pm 4,96$	100
	Все	$73,10 \pm 3,68$	100
20-е	Большой	$68,25 \pm 5,86$	$90,0 \pm 9,49$
	Малый	$68,29 \pm 5,14$	$75,0 \pm 10,83$
	Все	$68,28 \pm 3,86$	$80,8 \pm 7,73$

Модификация условий проведения второго эксперимента позволила повысить выход адаптированных растений. Так, на 20-е сутки эксперимента адаптировались к условиям *ex vitro* при орошении водой 80,8 % растений фаленопсиса, у которых сохранилось 68,28 % листьев. При этом тип вазона (большой и малый) на адаптацию растений не оказал существенного влияния.

Динамика изменчивости частоты зеленых листьев у 40 растений фаленопсиса в малых вазонах, а также процента сохранившихся растений на втором типе субстрата в условиях *ex vitro* при орошении раствором янтарной кислоты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика изменчивости средней частоты зеленых листьев и процента сохранившихся растений фаленопсиса, культивируемых в условиях *ex vitro* на втором типе субстрата при орошении янтарной кислотой

Сутки	Среднее число зеленых листьев, %	Число адаптировавшихся растений, %
7-е	93,02 ± 1,74	100
13-е	79,53 ± 2,75	100
20-е	68,84 ± 3,16	92,5 ± 4,16

На 7-е и 13-е сутки жизнеспособность сохранили все пересаженные растения, однако наблюдалось пожелтение листьев. Так, у адаптирующихся растений зеленая окраска сохранилась только у 93,02 % и 79,53 % листьев соответственно на 7-е и 13-е сутки. На 20-е сутки эксперимента в условиях *ex vitro* при орошении раствором янтарной кислоты адаптация отмечена у 38 растений (92,5 %). Из 145 зеленых листьев у адаптированных растений сохранилось только 148 (68,84 %). Таким образом, орошение раствором янтарной кислоты пересаженных растений фаленопсиса гибридного позволило увеличить их адаптацию к условиям *ex vitro* на 11,7 %, однако среднее значение листьев (68,84 %), сохранивших жизнеспособность и способность к фотосинтезу, осталось практически таким же, как и на предыдущем этапе эксперимента при орошении водой.

Статистическое сравнение полученных нами результатов на двух типах субстратов, в том числе с вариацией условий увлажнения надземной части адаптирующихся растений фаленопсиса гибридного (водой или янтарной кислотой), с помощью двухфакторного дисперсионного анализа позволило обосновать наиболее оптимальный методический подход по адаптации к условиям *ex vitro*. Проведенный анализ позволил установить достоверные различия только между первым типом субстрата и вторым типом субстрата, на котором растения фаленопсиса гибридного орошались янтарной кислотой, в отношении двух исследованных параметров. Так, доля влияния типа субстрата в изменчивости адаптации растений фаленопсиса гибридного к условиям *ex vitro* составила 35,8 %, а в изменении зеленых листьев – 26,82 %. Таким образом, в ходе проведенных лабораторных экспериментов было установлено, что лучшим для адаптации растений фаленопсиса гибридного к условиям *ex vitro* является второй тип субстрата (мох сфагнум, сосновая кора и почвогрунт) при орошении надземной части раствором янтарной кислоты.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеева, О. А. Клональное микроразмножение растений : учеб.-метод. пособие / О. А. Тимофеева, Ю. Ю. Невмержицкая. – Казань : Казан. ун-т, 2012. – 56 с.

УДК 581.52

**А. И. КОЗЕЛ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. М. Матусевич, канд. биол. наук, доцент

## **ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДНЫХ И ПРИБРЕЖНЫХ РАСТЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩА ГРАННЕ**

Прибрежные и водные растения занимают обособленное положение в растительном мире, благодаря наличию специфических морфологических, биологических и экологических особенностей. Таксономический состав и распространение этих растений зависит от особенностей морфологического строения исследуемого водоема и прибрежного луга [1].

Водоемы всегда играли важную роль в жизни природы и человека. Человек селился по берегам рек и озер, чтобы максимально использовать их природные ресурсы. Высшие водные растения, как и водоросли, формируют первичную продукцию, от которой зависят жизненные процессы в водоемах. Они участвуют в аккумуляции и очищении водоема от различного рода загрязнений. Растения, растущие в воде и по берегам водоема, их динамика в водоемах являются лучшими индикаторами качественного состояния экосистем озер. Современные данные о высшей водной растительности озер служат отправной точкой для долгосрочного мониторинга состояния их экосистем [2].

Высшие водные растения – наименее изученное звено среди организмов-индикаторов, хотя имеют ряд преимуществ. Они представляют собой видимый невооруженным глазом и поэтому весьма удобный для наблюдения объект, а также дают возможность при рекогносцировочном гидробиологическом осмотре водоёмов в первом приближении визуально оценить их экологическое состояние. Макрофиты позволяют определить трофические свойства воды, а иногда и специфику её химизма, что имеет большое значение при биоиндикации чистых вод [3].

Растения в водоемах являются основными поставщиками кислорода, который идет на окисление органических веществ. Высшие водные растения, широко распространенные во многих водоемах, играют значительную роль в самоочищении водоемов. Они удаляют из воды взвесь, минеральные и органические вещества, существенно влияют на химизм водоемов. Макрофиты способны извлекать из воды и накапливать в своем организме различные элементы – марганец, кальций, медь, железо и др. [4].

Водохранилище Гранне (Гранье) расположено в Брестском районе Брестской области, в 15–16 км к югу от г. Бреста, возле д. Гранне. Принадлежит системе рек Спановка-Прырва, бассейна р. Западный Буг. Представляет собой искусственный водоем, созданный на месте выработанных торфоразработок, путем обвалования части отработанных чеков и их повторного заполнения (обводнения) грунтовыми и поверхностными водами. Питание водоема осуществляется за счет атмосферных осадков, грунтовых и поверхностных вод, поступающих с водосбора по мелиоративным канавам и из р. Прырва. Объемы поступления и расхода воды при относительной большой величине водосбора (около 200 км<sup>2</sup>) создают возможность водообмена, что позволяет характеризовать водоем как слабопроточный. Водосбор водоема низинный, слабо заболоченный, грунты в водосборе представлены торфом, песками, супесями. Склоны невысокие, на юге и юго-востоке покрыты лесом, на западе расположены участки садо-

водческих товариществ. Котловина водоема имеет конфигурацию неправильного многоугольника. В центральной части водоем разделен дамбой на два участка. Общая площадь водоема составляет 126 га. Береговая линия длиной 4,4 км слабо изрезана, на всем протяжении обвалована дамбой [5].

Исследования проводили маршрутным методом, сопровождая сбором и фотофиксацией произрастающих растений. В результате проведенных исследований были обнаружены 18 растений, относящиеся к 14 семействам [6].

Семейство Норичниковые (*Scrophulariaceae* Juss.) – вероника длиннолистная (*Veronica longifolia* L.)

Семейство Подорожниковые (*Plantaginaceae* Juss.) – подорожник большой (*Plantago major* L.)

Семейство Касатиковые (*Iridaceae* Juss.) – касатик желтый (*Iris pseudacorus* L.)

Семейство Ароидные (*Araceae* Juss.) – аир обыкновенный (*Acorus calamus* L.)

Семейство Лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.) – лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.)

Семейство Мятликовые (*Gramineae* Juss.) – тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)

Семейство Астроцветные (*Asteraceae* Dumort.): одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Webb ex Wigg.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L.)

Семейство Крапивные (*Urticaceae* Juss.) – крапива двудомная (*Urtica dioica* L.)

Семейство Мареновые (*Rubiaceae* Juss.) – подмаренник мягкий (*Galium mollugo* L.)

Семейство Рясковые (*Lemnaceae* S.F. Gray) – ряска малая (*Lemna minor* L.)

Семейство Кувшинковые (*Nymphaeaceae* Salisb.) – кубышка желтая (*Nuphar lutea* (L.) Smith)

Семейство Водокрасовые (*Hydrocharitaceae* Juss.) – элодея канадская (*Elodea canadensis* L.), водокрас лягушачий (*Hydrocharis morsus-ranae* L.)

Семейство Роголистниковые (*Ceratophyllaceae* S.F. Gray) – роголистник полупогруженный (*Ceratophyllum submersum* L.)

Семейство Сланягодниковые (*Haloragaceae* R. Br.) – уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum* L.)

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигевич, Г. С. Высшие растения Беларуси / Г. С. Гигевич, Б. П. Власов, Г. В. Вынаев ; под ред. Г. С. Гигевич. – Минск : БГУ, 2001. – 231 с.

2. Мерзвинский, Л. М. Прибрежная и высшая водная растительность озера Серокоротня / Л. М. Мерзвинский, В. П. Мартыненко // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2012. – № 2(68). – С. 44–50.

3. Высшая водная растительность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studme.org/101948/geografiya/vyshhaya\\_vodnaya\\_rastitelnost/](https://studme.org/101948/geografiya/vyshhaya_vodnaya_rastitelnost/). – Дата доступа: 17.05.2022.

4. Прибрежные растения в очищении водоемов от загрязняющих веществ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://viperson.ru/articles/pribrezhnye-rasteniya-v-ochischnii-vodoemov-ot-zagryaznyayuschih-veschestv/>. – Дата доступа: 17.05.2022.

5. Озера Брестской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://waterresources.ru/ozera /ozera-brestskaya-oblast/?ysclid=lgcbvm 3v2x305851970 />. – Дата доступа: 23.03.2021.

6. Парфенов, В. И. Определитель высших растений Беларуси / В. И. Парфенов. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

УДК 582.293.378

**Д. Д. ЛЕСНЫХ**

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

Научный руководитель – А. Г. Цуриков, д-р биол. наук, доцент

## **ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ЛИШАЙНИКА *LEPRARIA INCANA* БЕЛАРУСИ**

К роду *Lepraria* относят лишайники с накипными слоевищами, состоящими из разрозненных гранул (соредий) и не имеющих четко выраженных анатомических структур. Данные представители никогда не образуют органов полового и бесполого спороношения, и потому их определение является сложной задачей.

Одним из наиболее распространенных видов данного рода в Беларуси и Европе считается лепрария серо-зеленая (*Lepraria incana*), который от всех остальных представителей рода отличается очень широкой морфологической вариабельностью [1]. При проведении ревизии лишайников рода *Lepraria* Беларуси было показано, что к этому виду относятся морфологически очень разнообразные образцы: обладающие как гранулярным талломом, так и образцы, таллом которых пушистый с длинными торчащими гифами и толстым подслоевищем [2]. Такая морфологическая изменчивость в целом не характерна для других представителей этого рода [3–5]. Следует также отметить, что ранее этот вид считался космополитным, однако результаты молекулярно-генетических исследований образцов из Южной и Северной Америки, Юго-Восточной Азии и Австралии показали их принадлежность к другим, в том числе новым для науки видам [6–8].

В связи с вышеизложенным возник вопрос изучения образцов данного вида с территории Европы молекулярно-генетическими методами для того, чтобы выяснить действительно ли *Lepraria incana* характеризуется чрезвычайно высокой морфологической вариабельностью или представляет комплекс видов, которые в настоящее время объединяются под этим названием.

Морфологию изучаемых образцов *Lepraria incana* проводили с использованием светового микроскопа Nikon Eclipse 80i и бинокулярного микроскопа Nikon SMZ 745. Всего было изучено 20 гербарных образцов, собранных на территории Гомельской и Могилевской областей Беларуси. Амплификацию последовательностей региона ITS ДНК образцов *Lepraria incana* проводили на базе Гданьского университета. Секвенирование проводили в корпорации Macrogen (Амстердам, Нидерланды). Построение генетической карты ITS-гаплотипов *Lepraria incana* проводили с использованием программы MEGA-X. Филогенетический анализ осуществляли методами максимальной экономии и максимального правдоподобия, а также байесовским методом в программах MEGA-X, BEAST, FigTree в том числе с использованием нуклеотидных последовательностей, находящихся в открытом доступе в международной базе данных GenBank.

Согласно полученным данным, *Lepraria incana* образует восемь гаплотипов, из которых в Беларуси встречаются три (рисунок). Следует отметить, что данный вид характеризуется крайне высокой генетической вариабельностью (13,8 %). Для сравнения нами были составлены генетические карты некоторых представителей данного рода. Так, *Lepraria elobata* образует шесть гаплотипов, генетическая вариабельность 6,4 %; *L. finkii* образует шесть гаплотипов, генетическая вариабельность 8,6 %; *L. neglecta* образует шесть гаплотипов, генетическая вариабельность 5,9 %; *L. pacifica* образует три



УДК 372.854 (574)

**С. Н. ЛЕШИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТВОРЧЕСКИХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ**

Перед школой стоит задача развития творческой активности учащихся, формирования у них умения самостоятельно приобретать и применять знания. В связи с этим внимание педагогов акцентируется на поиске и реализации эффективных путей развития творческих способностей учащихся [1]. В настоящее время остро стоит вопрос об организации активной познавательной деятельности учащихся, способствующей накоплению творческого опыта как основы, без которой самореализация личности на последующих этапах непрерывного образования становится малоэффективной. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к современной школе, обучение в ней должно ориентироваться на развитие эвристического мышления, обеспечивающего возможность самостоятельно приобретать новые знания, применять их в многообразных условиях окружающей действительности. Помочь в решении этого вопроса могут творческие домашние задания и активные методы обучения [2].

Химия – один из самых трудных школьных предметов. Между тем химическое образование необходимо для создания у школьников отчетливых представлений о роли химии в решении сырьевых, энергетических, продовольственных, медицинских проблем человечества. Усилить практический аспект подготовки школьников можно за счет использования нетрадиционных домашних заданий, основная цель которых – подготовка учащихся к решению задач, возникающих в практической деятельности человека, формирование готовности к применению знаний и умений в процессе жизнедеятельности. Особенности этих заданий вызывают повышенный интерес учащихся, способствуют развитию любознательности, творческой активности. Школьников захватывает сам процесс поиска путей решения задач. Они получают возможность развивать логическое и ассоциативное мышление. Необходимо предлагать задания так, чтобы ученик при этом оказался в состоянии активного творчества: открывал, изобретал то, что до него было уже открыто, предлагал свои собственные пути решения поставленных перед ним задач. В таком случае он не только приобретает знания, но и учится их приобретать и правильно ими оперировать.

На практике учителя часто используют творческие домашние задания. Ценность этих заданий заключается в том, что ученик, выполняя работу, приобретает навыки исследовательской работы, развивает умения работать с дополнительной литературой, справочниками и прочими информационными ресурсами [3]. Конечно, такие задания выполняют не все учащиеся, а только заинтересованные в изучении химии или те, кого учитель смог заинтересовать. Проверка выполнения таких заданий позволяет вовлечь в обсуждение результатов работы весь класс, активизировать умственную активность при выявлении каких-либо неточностей или ошибок. Ошибки и недочеты неизбежны при изготовлении моделей, коллекций или при выполнении опыта и объяснения его результатов т. к. дети еще только учатся. Чтобы ученик и в дальнейшем выполнял различные задания, не стоит акцентировать внимание на ошибках.

Приведем примеры творческих домашних заданий, которые могут быть использованы как на уроках химии, так и в организации внеклассной работы [4]:

– При изучении темы «Химические знаки» учащиеся могут составить кроссворды, ребусы, а на уроке весь класс может принять участие в разгадывании этих кроссвордов и ребусов, что повысит творческий потенциал не одного ученика, а всего класса.

– Сообщения на различные темы. При составлении сообщения ученики должны придерживаться определенного плана. Примером может служить задание по подготовке доклада в 10 классе: «Целлюлоза и ее значение в современном мире для человека». Приветствуются собственные рисунки, стихи и т. д.

– На первых уроках в 7 классе можно предложить учащимся домашнее задание творческого характера, например мини-сочинение «О пользе химии».

– После изучения темы «Классы неорганических соединений» учеников можно поделить на группы для выполнения следующего задания: представьте, что Вы – представитель туристического агентства. Придумайте рекламу, призывающую посетить виртуальные страны: «Оксиды», «Основания», «Кислоты», «Соли» (это может быть географическая карта, гимн, герб, песня, танец и т. д.).

– Сказки по химии. Ученики демонстрируют не только свои творческие способности, но и в интересной, непринужденной форме запоминают тему.

– Плакаты по темам «Здоровый образ жизни», «Химия и экология» и т. д.

Такие творческие домашние задания дают возможность для развития творческой, активной личности, способствуют формированию умений и навыков по самостоятельному поиску информации, расширяют кругозор учащихся, развивают их образовательную компетентность.

Современные школьники большое внимание уделяют компьютерным технологиям. Именно поэтому для домашней работы учащимся можно предложить творческие домашние задания, связанные с компьютерными технологиями: компьютерные игры, виртуальная химическая лаборатория, химические олимпиады и т. д. [5].

С помощью творческих домашних заданий ученик обретает желание искать, пробовать, ошибаться. И только тот, кто готов отстаивать свое право творить, способен на настоящее творчество, и задача учителя – мотивировать учащихся на творческую деятельность и систематически использовать ее в своей практике.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грабецкий, А. А. Использование средств обучения на уроках химии / А. А. Грабецкий. – М. : Просвещение, 1988. – 154 с.
2. Дьяченко, В. К. Общие формы организации процесса обучения / В. К. Дьяченко. – Красноярск : Изд-во Краснояр. ун-та, 1989. – 203 с.
3. Аликберова, Л. Ю. Занимательная химия / Л. Ю. Аликберова. – М. : АСТ-ПРЕСС, 1999. – 127 с.
4. Енякова, Т. М. Внеклассная работа по химии [Электронный ресурс] / Т. М. Енякова. – М. : Дрофа, 2004. – Режим доступа: <http://chemistryteacher.com.ru/ovchinnikova2.html>.
5. Кормилицина, Л. В. Химические игры во внеурочное время / Л. В. Кормилицина, Г. А. Капецкая // Химия в шк. – 2008. – № 10. – С. 63–66.



УДК 577.175.1:576.353

**Д. А. МИХАЛЬЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. Н. Тарасюк, канд. биол. наук, доцент

**ВЛИЯНИЕ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ  
С КИСЛОТАМИ НА МИТОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК  
КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЫ ГОРОХА ПОСЕВНОГО В УСЛОВИЯХ  
ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НИТРАТА КАДМИЯ**

С развитием промышленного производства возрастает загрязнение окружающей среды соединениями тяжелых металлов, которые оказывают негативное влияние на сельскохозяйственные растения и приводят к снижению урожайности [1]. В последнее время в сельском хозяйстве началось активное использование brassinosterоидов – фитогормонов, способных стимулировать ростовые процессы растений, а также обладающих защитными свойствами [2]. В отношении негативного действия тяжелых металлов защитные свойства brassinosterоидов изучены недостаточно, что и определяет актуальность проводимых исследований.

Цель работы – выявить влияние различных концентраций brassinosterоида 24-эпикастастерона (ЭК) и его конъюгатов с кислотами тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) и 2-моносалицилата 24-эпикастастерона (S23) на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного в условиях токсического действия нитрата кадмия.

Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Объекты исследования: 24-эпикастастерон (ЭК), тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) и 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23). Тест-объект: горох посевной, сорт Саламанка. Для обработки семян гороха использовались растворы ЭК, S31 и S23 в концентрациях  $10^{-7}$  М,  $10^{-8}$  М и  $10^{-9}$  М, а также раствор нитрата кадмия ( $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ) в концентрации  $10^{-4}$  М. Воздействие на семена осуществлялось путем их замачивания в течение пяти часов в растворах исследуемых соединений, а затем – пять часов в растворе нитрата кадмия. В контроле семена замачивали в воде. Далее семена проращивали в термостате при  $t = 20$  °С. На вторые сутки, после достижения корешками длины 1,5–2 см, их фиксировали в спиртуксусном (3 : 1) фиксаторе. Материал выдерживали в фиксаторе при комнатной температуре в течении 24 часов, затем помещали в холодильник и хранили при температуре 3–5 °С до момента приготовления препаратов. Окрашивание и приготовление препаратов проводили стандартным ацетоорсеиновым методом. Анализ цитологических препаратов проводили под микроскопом Микмед 5 при увеличении  $15 \times 40$ . Статистическую обработку осуществляли при помощи программы Microsoft Excel. В качестве показателя митотической активности использовали митотический индекс, который рассчитывался как доля делящихся клеток от общего числа проанализированных клеток и выражался в промилле (‰).

Результаты исследований влияния ЭК, S31 и S23 на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного в условиях токсического действия нитрата кадмия приведены на рисунках 1–3. Как следует из приведенных на рисунках данных, при действии нитрата кадмия в концентрации  $10^{-4}$  М происходит существенное снижение митотической активности клеток корневой меристемы: митотический индекс уменьшается с 93,15 ‰ в контроле до 56,31 ‰ в варианте с обработкой семян  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ .

Предварительная обработка семян ЭК, предшествующая воздействию нитрата кадмия, приводит к увеличению митотического индекса до значений 76,40; 77,86 и 62,74 % при концентрациях ЭК  $10^{-9}$ ,  $10^{-8}$  и  $10^{-7}$  соответственно, однако эти значения не достигают контроля (93,15 %) (рисунок 1).

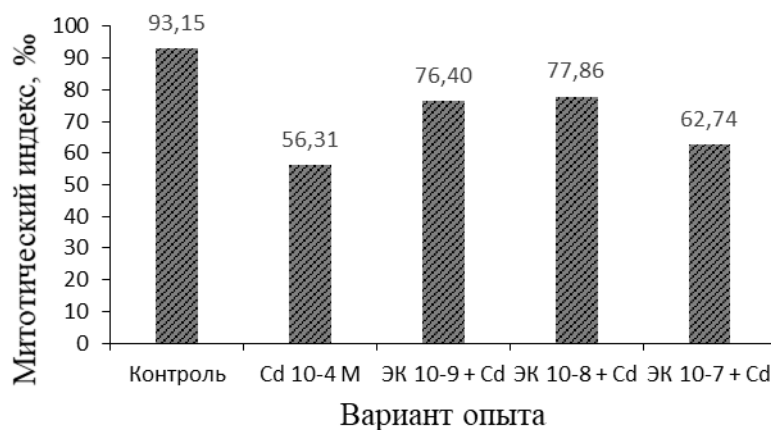


Рисунок 1 – Влияние 24-эпикастерона (ЭК) в различных концентрациях на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного в условиях токсического действия нитрата кадмия

Конъюгат 24-эпикастерона с индолилуксусной кислотой (тетраиндолилацетат 24-эпикастерона, S31) обладает более выраженным действием, по сравнению с исходным веществом (ЭК), и увеличивает митотический индекс до значений 89,91; 98,92 и 100,86 % при концентрациях S31  $10^{-9}$ ,  $10^{-8}$  и  $10^{-7}$  соответственно, что при концентрациях  $10^{-8}$  и  $10^{-7}$  даже превышает контрольное значение (рисунок 2).

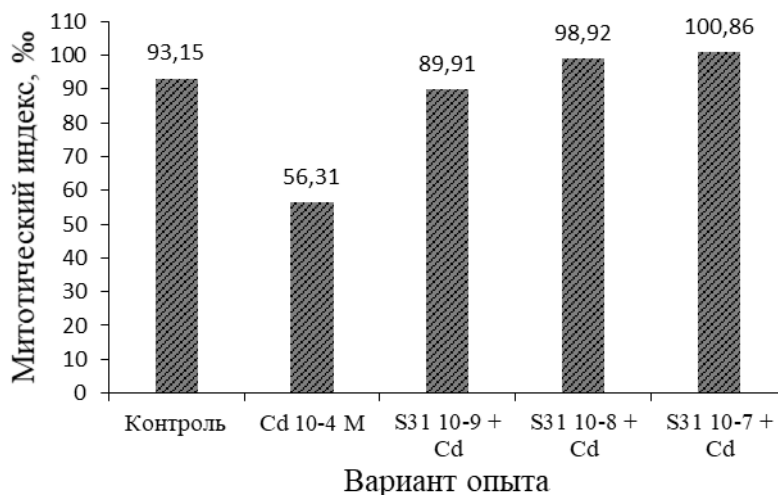


Рисунок 2 – Влияние тетраиндолилацетата 24-эпикастерона (S31) в различных концентрациях на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного в условиях токсического действия нитрата кадмия

Данные о влиянии 2-моносалицилата 24-эпикастерона (S23) в различных концентрациях на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного в условиях токсического действия нитрата кадмия приведены на рисунке 3. Как следует

из приведенных данных, предварительная обработка семян S23, предшествующая воздействию нитрата кадмия, приводит к незначительному увеличению митотического индекса до значений 65,87; 70,23 и 56,39 %, по сравнению с вариантом  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$   $10^{-4}$  М (56,31 %), при концентрациях S23  $10^{-9}$ ,  $10^{-8}$  и  $10^{-7}$  соответственно. Максимальный эффект наблюдается при концентрации S23  $10^{-8}$  М.

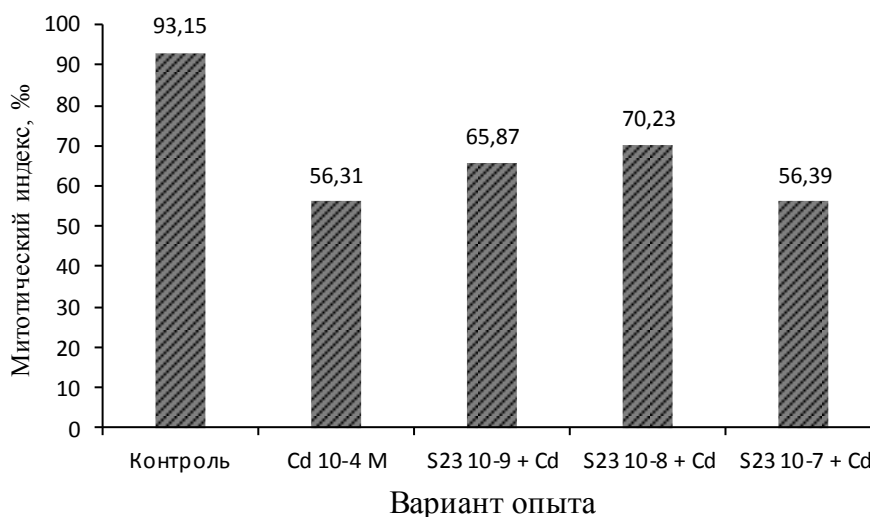


Рисунок 3 – Влияние 22-моно-салицилат 24-эпикастастерона (S23) в различных концентрациях на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного в условиях токсического действия нитрата кадмия

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что обработка семян гороха посевного раствором нитрата кадмия в концентрации  $10^{-4}$  М приводит к существенному снижению митотической активности клеток корневой меристемы, что свидетельствует о негативном влиянии данного соединения на ростовые процессы. Предварительная обработка семян растворами 24-эпикастастерона (ЭК) и его конъюгатами с кислотами тетраиндолилацетатом 24-эпикастастерона (S31) и 2-моносалицилатом 24-эпикастастерона (S23) в концентрациях  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$  и  $10^{-9}$  М приводит к значительному увеличению митотической активности клеток корневой меристемы. Это означает, что данные соединения обладают протекторными свойствами по отношению к токсическому действию нитрата кадмия. Наиболее выраженными протекторными свойствами обладает тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31), который при всех исследуемых концентрациях практически полностью нивелирует токсическое действие нитрата кадмия, восстанавливая митотическую активность до контрольного уровня.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев, И. Ф. Тяжелые металлы в экосистемах / И. Ф. Медведев, С. С. Дерягин. – Саратов : Ракурс, 2017. – 178 с.
2. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза [и др.] ; под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2019. – 261 с.

УДК 621.357.7

**А. Д. СВИРИДОВА**

Минск, лицей БГУ

Научный руководитель – В. Э. Матулис, канд. хим. наук, доцент

### **ПРИДАНИЕ СПОСОБНОСТИ К САМОСТЕРИЛИЗАЦИИ ПОРИСТЫМ СИЛИКАТНЫМ МАТЕРИАЛАМ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОКАТАЛИЗА**

Одним из основных направлений современной прикладной химии является создание материалов с функцией самоочищения, благодаря присутствию в их составе оксидов-полупроводников, играющих роль фотокатализаторов [1; 2]. Механизм действия фотокатализатора связан с фотовозбуждением электрон-дырочных пар, инициирующих как реакции восстановления, так и окисления. Основными продуктами процессов, протекающих с участием возбужденных электронов, дырок, а также молекул воды и кислорода из окружающей среды, являются свободные радикалы и пероксид водорода, которые обеспечивают придание поверхности фотокатализатора способности к самоочищению и самостерилизации. На практике часто в качестве фотокатализатора используют анатаз ( $\text{TiO}_2$ ), благодаря его высокой фотоактивности, малой токсичности и химической инертности [3; 4]. В подавляющем большинстве случаев анатаз используется на стадии строительства и вводится в состав бетона и штукатурки. Возможность же придания способности к самоочищению строительным конструкциям «с историей» в литературе практически не обсуждается. С другой стороны, до сих пор открытым остается вопрос о возможности простого получения анатаза и использования его в частном домостроении. Все это определило актуальность исследования, основной целью которого являлось изучение возможности осуществления простого синтеза фотоактивного анатаза, исследование его свойств и перспектив использования для придания поверхности строительных материалов способности к самостерилизации. В качестве основного объекта исследования был выбран кирпич марки ККЛП-Б/2900, что было обусловлено его исключительной атмосферной стойкостью и химической инертностью, выступающей в качестве одной из причин как его сохранности в «старых» зданиях, так и малой способности к модифицированию.

Анализ литературных данных [1–4] позволил предложить методику синтеза суспензий анатаза, пригодную для выполнения в простейших условиях. Суспензии анатаза получали осаждением из раствора тетраоксида титана, добавляя по каплям водный раствор аммиака до нейтральной реакции среды при различной скорости перемешивания (600–1200 об./мин.) и скорости подачи осадителя (1–10 кап./мин.). Электронно-микроскопическое исследование размера и формы частиц в синтезированных суспензиях, выполненное на базе химического факультета БГУ (сканирующий электронный микроскоп LEO-1420) показало, что по мере снижения скорости перемешивания и роста скорости подачи осадителя средний размер частиц анатаза падает с 510 нм до 120 нм, что согласуется с наблюдаемым ростом агрегационной устойчивости полученных суспензий. С другой стороны, рост скорости подачи осадителя до 10 кап./мин. способствует получению мелких частиц, склонных к агрегированию, что объясняет малую устойчивость к седиментации такого рода суспензий (рисунок 1).

Из суспензий, содержащих мелкие частицы анатаза, удается осадить пленки, характеризующиеся высоким уровнем адгезии к поверхности кирпича, что, как показало электронно-микроскопическое исследование, связано с проникновением частиц  $\text{TiO}_2$  в поверхностные поры.

Размер частиц  $\text{TiO}_2$  и, соответственно, их проникающая способность имеют принципиальное значение для смачивания анатазных пленок на кирпичной поверхности: самыми низкими значениями краевого угла смачивания характеризовалась пленка, нанесенная из суспензии, образованной наиболее мелкими частицами анатаза (рисунок 1). После облучения такой пленки величина краевого угла смачивания падает до  $2^\circ$ , что характерно для «супергидрофильных» поверхностей, способных к механическому очищению (водорастворимая грязь на таких поверхностях не задерживается, а «скатывается», смываясь, например, во время дождя).

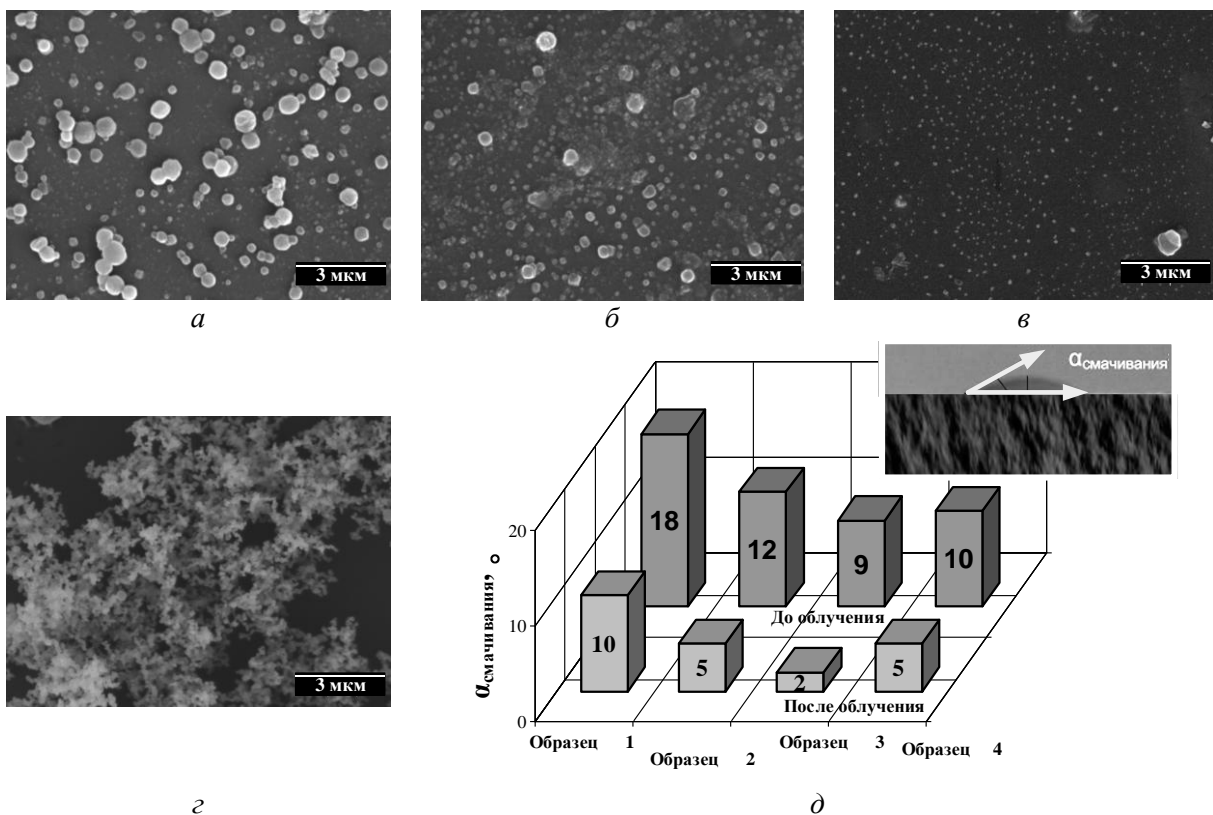


Рисунок 1 – Микрофотографии частиц анатаза, полученных в различных условиях: *a* – 1200 об./мин., 1 кап./мин. (образец № 1); *б* – 600 об./мин., 1 кап./мин. (образец № 2); *в* – 600 об./мин., 5 кап./мин. (образец № 3); *г* – 600 об./мин., 10 кап./мин. (образец № 4); *д* – изменение величины краевого угла смачивания для пленок анатаза на поверхности кирпича до и после УФ-облучения ( $\lambda = 366 \text{ нм}$ )

Количество анатаза в порах кирпича имеет принципиальное значение для придания ему самостерилизующей способности. Эксперимент по изучению выживаемости бактерий кишечной палочки показал, что изменение условий синтеза суспензии анатаза способно изменить примерно в четыре раза биоцидную активность модифицированной поверхности кирпича, что, исходя из вышеприведенных данных, может быть связано не столько с различным размером оксидных частиц, сколько с проникающей способностью его суспензий в пористую структуру подложки (рисунок 2).

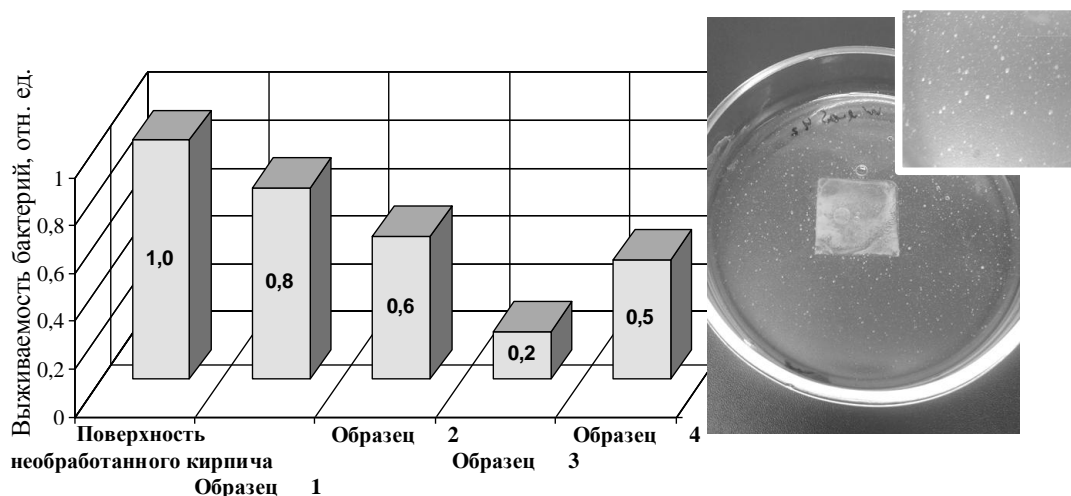


Рисунок 2 – Выживаемость бактерий на поверхности кирпича, модифицированного анатазом (на врезке – фотографические снимки, демонстрирующие методику проведения микробиологического эксперимента)

Таким образом, полученные результаты демонстрируют актуальность выполненного исследования, поскольку показывают возможность создания на основе традиционных строительных материалов биологически-активных аналогов, способных к самоочищению как за счет процесса физического очищения, так и за счет эффективного фотохимического разложения органических молекул загрязнителей, а также инактивации бактерий. При этом выполненное исследование показало, что принципиальное значение для создания эффективно функционирующих самоочищающихся строительных материалов играет размер частиц анатаза в суспензии, используемой для нанесения фотокаталитического покрытия, что обеспечивает эффективное заполнение частицами диоксида титана пористой структуры подложки. При этом окислительное действие анатаза в условиях облучения обеспечивает эффективное уничтожение бактерий кишечной палочки, а также придает поверхности фотокатализатора свойства супергидрофильной поверхности.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьев, Ю. М. Введение в гетерогенный фотокатализ / Ю. М. Артемьев, В. К. Рябчук. – СПб. : Изд. С.-Петербур. ун-та, 1999. – 304 с.
2. Пармон, В. Н. Фотокатализ: Вопросы терминологии / В. Н. Пармон // Фотокаталитическое преобразование солнечной энергии / под ред. К. И. Замираева, В. Н. Пармона. – Новосибирск : Наука, 1991. – С. 323–365.
3. Эффективность применения нанодисперсного диоксида титана в фотокатализе / Н. П. Лакутцова [и др.] // Вестн. БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2015. – № 3. – С. 54–57.
4. Исследование бактерицидных свойств нанопокровов на основе диоксида титана / И. С. Алексеев [и др.] // Вестн. Витеб. гос. технол. ун-та. – 2012. – № 2 (23). – С. 91–94.

УДК 575.244

**В. А. СИДОРОВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

### **ДИНАМИКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ПОЛУ СИНДРОМА ДАУНА СРЕДИ НОВОРОЖДЕННЫХ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2017–2021 ГОДЫ**

В Республике Беларусь ежегодно рождается более 3,5 тыс. детей с врожденными и наследственными заболеваниями. Эта проблема является актуальной не только с медицинской точки зрения, она негативно влияет на демографическую ситуацию в Беларуси, а также имеет большое социально-экономическое значение в связи с нетрудоспособностью больных с тяжелыми наследственными заболеваниями и незанятостью в производстве лиц, которые осуществляют уход за ними. Таким образом не имеют возможности работать не только люди, которые страдают от того или иного заболевания, но и круг лиц, осуществляющих уход за ними [1].

Врожденные и наследственные патологии составляют большую долю в структуре общей заболеваемости и смертности детского населения. Примерно 5 % новорожденных, по данным ВОЗ, страдают различными врожденными и наследственными нарушениями. В 40 % случаях младенческую смертность и детскую инвалидность обуславливают наследственные факторы. Известно также, что распространенность врожденной и наследственной патологии у детей с возрастом увеличивается и к концу первого года жизни достигает 5–7 % из-за проявления не выявленной при рождении патологии. Около 8–10 % семей нуждаются в проведении медико-генетического консультирования, при этом реально его получают только 1–2 % [2].

Самой распространенной формой геномных мутаций является синдром Дауна, возникновение которого обусловлено наличием дополнительной хромосомы в кариотипе человека. Таким образом, возникает необходимость ранней диагностики наследственных патологий органами здравоохранения и медико-генетическими службами, а также эпидемиологические исследования их распространения.

Цель – проанализировать динамику распространенности и распределения по полу синдрома Дауна (СД) у новорожденных в Брестской области за период 2017–2021 гг. на примере клинко-диагностической (генетической) лаборатории УЗ «Брестский областной родильный дом».

Исследования проводились в 2022 г. на базе клинко-диагностической (генетической) лаборатории УЗ «Брестский родильный дом». Как материал исследований были использованы данные медицинской документации, а также архив цитогенетических препаратов кариотипов детей с хромосомными мутациями за период с 2017 по 2021 г. Анализируемая выборка составляла 77 новорожденных Брестской области. Основанием для направления на цитологические обследования у детского населения являлись заболевания, связанные с врожденными аномалиями. По данным официальной статистической отчетности оценивались абсолютные и интенсивные показатели встречаемости СД в выборках по годам (на 10 тыс. населения и 1 случай на количество новорожденных (по данным сайта [www.belstat.gov.by](http://www.belstat.gov.by))), а также доля случаев с СД среди новорожденных.

В ходе исследований были получены следующие результаты. В Брестской области за 2017–2021 гг. случаи СД были выявлены у 54 новорожденных, прошедших цитогенетические исследования в клинично-диагностической (генетической) лаборатории УЗ «БОРД». Данная выборка за пять лет составила 0,0038 % от общего населения области и варьировала от 0,0006 % – в 2021 г. до 0,0016 % – в 2017 г.

Как видно из данных таблицы, доля синдрома в исследуемой выборке пациентов за пять лет в среднем составляла 2,06 % в год и колебалась от минимального значения в 2019 г. (0,9 %) до максимального значения в 2017 г. (4,6 %), что в интенсивных показателях соответствовало 0,046 случаев на 10 тыс. населения области (или один случай на 217 тыс. жителей). В 2019 г. количество обращений в клинично-диагностическую лабораторию увеличилось на 168 человек, при этом доля выявленных аномалий снизилась на 3,7 %, что соответствовало 0,09 случаев на 10 тыс. жителей (или один случай на 111 тыс. жителей). К 2020 году доля детей с изучаемым синдромом составила 1,9 %, что составило 0,019 случаев на 10 тыс. населения Брестской области (или один случай на 526 тыс. человек).

Таблица – Частота встречаемости СД среди новорожденных Брестской области – пациентов БОРД за период 2017–2021 гг.

Год	Пациенты клинично-диагностической (генетической) лаборатории			Новорожденные Брестской области		
	Общее количество, чел.	СД у новорожденных		Общее количество, чел.	Встречаемость СД	
		Абсолют., случаев	Доля, %		Доля с СД, %	Один случай на, чел.
2017	501	23	4,6	16405	0,14	713
2018	536	7	1,3	15301	0,04	2185
2019	669	6	0,9	14674	0,04	2445
2020	523	10	1,9	13395	0,07	1339
2021	495	8	1,6	12770	0,06	1596
2017–2021, Хср. ± S	544,80 ± 31,91	10,80 ± 3,12	2,06 ± 0,67	14509,0 ± 652,47	0,07 ± 0	1655,60 ± 308

Анализ распределения СД среди новорожденных, как видно из таблицы 1, показал, что в среднем за пять лет доля заболевания составляла 0,07 %, или один случай на 1655,6 человек. При этом из анализа по годам видно, что наибольшая доля новорожденных с данным синдромом наблюдалась в 2017 г. и составила 0,14 % от общего числа родившихся в Брестской области, или один случай на 713 детей. В последующие годы встречаемость СД была ниже (0,04–0,07 %), и в 2019 г. отмечен один случай на 2445 новорожденных (или 0,04 %).

Динамика распределения новорожденных с СД по полу представлена на рисунке. Как видно из диаграммы, в 2017 г. на фоне повышенного количества случаев рождения детей с СД (0,14 %) наблюдалось значительное отклонение соотношения полов от теоретически ожидаемого в сторону увеличения доли девочек: 26 % мальчиков и 74 % девочек. Затем в течение последующих 2018–2021 гг. распределение по полу становилось менее значимым, при этом девочек рождалось либо достоверно больше (в 2018 и 2020 гг.), либо соотношение соответствовало теоретическому 1 : 1.



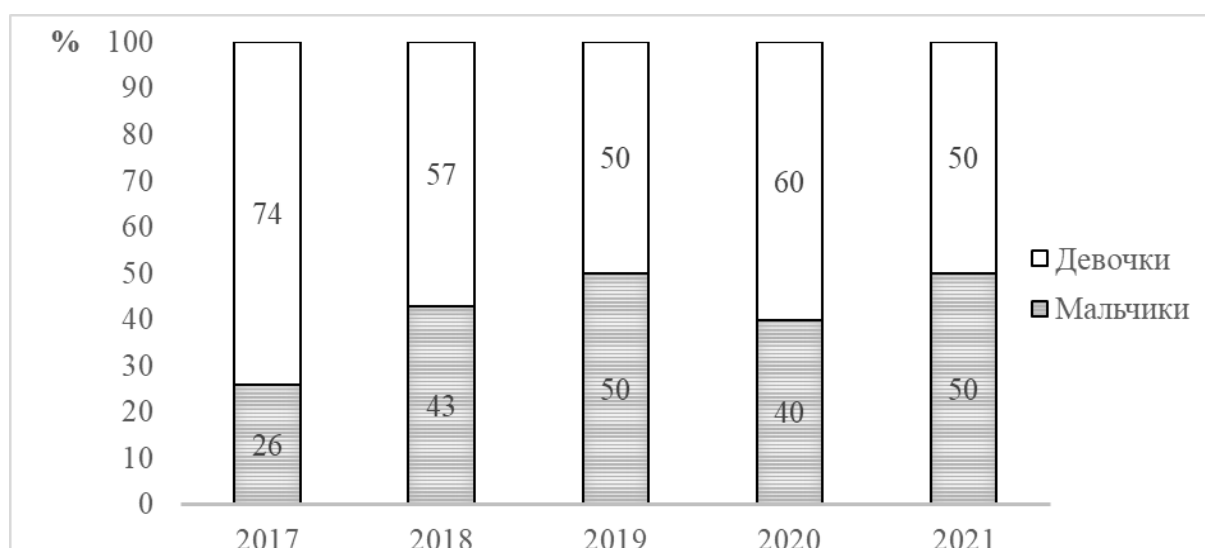


Рисунок – Динамика распределения по полу новорожденных с СД в Брестской области за 2017–2021 гг.

Цитогенетические исследования за период 2017–2021 гг., проводимые на базе клинико-диагностической (генетической) лаборатории УЗ «Брестский областной родильный дом», показали, что одной из главных причин нарушений в развитии детей является проявление синдрома Дауна. При этом за исследуемый период наблюдалось снижение интенсивных показателей: в 2017 г. – один случай на 217 тыс., в 2021 г. – один случай на 526,3 тыс. жителей Брестской области. Среди новорожденных средняя доля встречаемости СД за период 2017–2021 гг. составила 0,07 % (один случай на 1655,6 новорожденных). Самые высокие показатели были выявлены в 2017 г. – один случай на 713 новорожденных. Самые низкие – в 2018–2019 гг., составили: один случай на 2185 новорожденных в 2018 г. и один случай на 2445 в 2019 г. Также в 2017 г. наблюдается отклонение от теоретически ожидаемого соотношения по полу: девочек с СД появилось на 48 % больше, чем мальчиков. В 2018 и 2020 гг. эта разница снижалась до 14–20 %, а в 2019 и 2021 гг. – соотношение соответствовало 1 : 1.

Снижение с 2018 г. частоты встречаемости СД среди новорожденных можно объяснить эффективностью биохимического скрининга беременных первого триместра и проведением инвазивного метода диагностики – амниоцентеза (для цитогенетического исследования на материале амниотической жидкости), которые дают возможность обнаружить патологию развития плода на ранних сроках беременности.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дюбкова, Т. П. Врожденные и наследственные болезни у детей (причины, проявления, профилактика) : учеб.-метод. пособие / Т. П. Дюбкова. – Минск : Асобоны, 2008. – 48 с.
2. Писарчик, Г. А. Медицинская генетика : учеб.-метод. пособие / Г. А. Писарчик, Ю. В. Малиновская. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 156 с.
3. Якушина, И. И. Научное обоснование совершенствования организации и качества медицинской помощи в медико-генетических консультациях : диссертация / И. И. Якушина ; МГМУ им. Сеченова. – М., 2016. – 106 л.

УДК 582.293.378

**Д. А. ТЕРЕБИЛЕНКО**

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

Научный руководитель – А. Г. Цуриков, д-р биол. наук, доцент

**СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛИХЕНОБИОТЫ МИКРОЗАКАЗНИКА АПОЛЛОНА ЧЕРНОГО (ГОМЕЛЬСКИЙ РАЙОН)**

Лишайники – своеобразная группа живых симбиотрофных организмов, тело которых образовано гетеротрофным грибом (микобионтом) и фототрофной водорослью (фотобионтом) с преобладанием в большинстве случаев первого [1]. Видовое разнообразие лишайников и особенности их произрастания напрямую зависят от условий среды и наличия пригодных для жизни субстратов. В связи с этим большой научный интерес представляет изучение видового разнообразия лишайников, в частности, лишайнобиоты микрозаказника Аполлона черного.

Сбор лишайников проводился на территории микрозаказника Аполлона черного Гомельского района. Лишайники собирали вместе с субстратом. Определение собранных образцов происходило в лабораториях кафедры ботаники и физиологии растений учреждения образования «Гомельский Государственный университет имени Франциска Скорины». При составлении систематического списка лишайников была использована статья *Outline of Fungi and fungus-like taxa* [2]. Морфологию образцов изучали с помощью стереомикроскопа Nikon SMZ-745, состав вторичных метаболитов определяли методом тонкослойной хроматографии в системе растворителей [3].

В ходе работы было найдено 60 видов лишайников и лишайнофильных грибов, относящихся к 38 родам, 20 семействам, 16 порядкам, 9 классам.

Абсолютное большинство видов лишайнобиоты (48 видов, 80,0 % видового разнообразия) относятся к классу *Lecanoromycetes*. Представители классов *Coniocybotomycetes* (3 вида, 5,0 %), *Dothideomycetes* и *Agaricomycetes* (по 2 вида, 3,3 %) в структуре биоты представлены незначительно.

Среди порядков видовым богатством выше среднего представлены *Lecanorales* (27 видов, 45,0 % от общего числа), *Caliciales* (11 видов, 18,3 %) и *Teloschistales* (7 видов, 11,6 %) (таблица 1). Наибольшее распространение данных порядков и отсутствие представителей порядка *Peltigerales* в сравнении с данными по Беларуси указывает на то, что территория микрозаказника антропогенезирована [4].

Таблица 1 – Спектр порядков лишайнобиоты микрозаказника Аполлона черного

Порядок	Микрозаказник		Беларусь	
	Число видов	Процент от общего числа видов	Число видов	Процент от общего числа видов
<i>Lecanorales</i>	27	45,0	272	40,8
<i>Caliciales</i>	11	18,3	55	8,6
<i>Teloschistales</i>	7	11,6	31	4,7

Из 20 семейств лишайнобиоты видовым богатством выше среднего представлены семейства *Parmeliaceae* (13 видов, 21,6 %), *Physciaceae* (10 видов, 16,6 %), *Lecanoraceae*

(7 видов, 11,6 %), Teloschistaceae (7 видов, 11,6 %) и Cladoniaceae (5 видов, 8,3 %). Среди представителей этих семейств отмечено 42 вида и 20 родов (таблица 2).

Таблица 2 – Спектр семейств лишенобиоты микрозаказника Аполлона черного

Семейство	Количество родов	Число видов	Процент от общего числа видов
<i>Parmeliaceae</i>	9	13	21,6
<i>Physciaceae</i>	3	10	16,6
<i>Lecanoraceae</i>	3	7	11,6
<i>Teloschistaceae</i>	6	7	11,6
<i>Cladoniaceae</i>	2	5	8,3

Найденные на территории микрозаказника лишайники относятся к 38 родам. Среднее число видов в роде 1,6. Видовым богатством выше среднего характеризуется 11 родов: *Physcia*, *Lecanora*, *Cladonia*, *Chaenotheca*, *Melanelixia*, *Calogaya*, *Hypogymnia*, *Melanohalea*, *Phaeophyscia*, *Physconia*, *Ramalina*. Широкая представленность рода *Physcia* по сравнению с родом *Cladonia* на исследуемой территории доказывает сильное антропогенное влияние на микрозаказник (таблица 3).

Таблица 3 – Спектр родов лишенобиоты микрозаказника Аполлона черного

Род	Ранг по лишенобиоте микрозаказника	Ранг по Беларуси	Число видов	Процент от общего числа видов
<i>Physcia</i>	1	8-11	6	10,0
<i>Lecanora</i>	2	2	5	8,3
<i>Cladonia</i>	3	1	4	6,6

Оставшиеся роды *Athallia*, *Athelia*, *Buellia*, *Caloplaca*, *Candelariella*, *Chaenothecopsis*, *Clypeococcum*, *Erythricium*, *Evernia*, *Flavoparmelia*, *Heterocephalacria*, *Hypocenomyce*, *Lepora*, *Lepraria*, *Licea*, *Myriolecis*, *Parmelia*, *Parmelina*, *Phlyctis*, *Pleurosticta*, *Polycauliona*, *Protoparmeliopsis*, *Rusavskia*, *Trichonectria*, *Usnea*, *Xanthoria*, *Xanthoriicola* представлены одним видом.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лемеза, Н. А. Альгология и микология. Практикум : учеб. пособие / Н. А. Лемеза. – Минск : Выш. шк., 2008. – 200 с.
2. Outline of Fungi and fungus-like taxa / N. N. Wijayawardene [et al.] // *Mycosphere*. – 2020. – Vol. 11, № 1. – P. 1060–1456.
3. Orange, A. Microchemical methods for the identification of lichens / A. Orange, P. W. James, F. J. White. – London : British Lichen Society, 2001. – 101 p.
4. Цуриков, А. Г. Таксономический анализ лишенобиоты Беларуси / А. Г. Цуриков // *Ботан. журн.* – 2021. – Т. 106, № 1. – С. 3–21.

УДК 630\*18:582.711.71(476.7)

### **А. В. ТРЕТЬЯКОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, ст. преподаватель

## **ХАРАКТЕРИСТИКА *VACCINIUM VITIS-IDAEA* L. В ОКРЕСТНОСТЯХ АГ. ЛЕСНАЯ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА**

Сохранение, устойчивое использование и воспроизводство ресурсов хозяйственно ценных (кормовых, пищевых, лекарственных, технических) дикорастущих видов растений базируется на соблюдении принципа многоцелевого, непрерывного, неистощительного и относительно равномерного природопользования [1, с. 141].

**Цель** – описать ценопопуляции брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) в окрестностях аг. Лесная Барановичского района.

В ходе полевых исследований в августе 2022 г. маршрутным методом в окрестностях аг. Лесная на территории Леснянского лесничества ГЛХУ «Барановичский лесхоз» зарегистрированы четыре места произрастания зарослей брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Для более детального описания ценопопуляций *Vaccinium vitis-idaea* в пределах четырех пробных площадей (ПП) были заложены 24 учетные площадки (УП) размером 1 × 1 м, 2 × 2 м, на которых для объекта исследования определяли количество, высоту, обилие по шкале Друде, жизненность по трехбалльной шкале, характер размещения особей; рассчитывали среднюю высоту, плотность, среднюю массу 100 шт. ягод в десятикратной повторности с заросли [2–4].

Брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.) семейства брусничные (*Vacciniaceae* S.F. Gray) находится в списках дикорастущих хозяйственно полезных растений, среди 76 видов лекарственных растений, сырье которых разрешено Государственной фармакопеей Республики Беларусь, а также 32 видов пищевых растений, учет которых ведется в Республике Беларусь [5, с. 136–137]. *Vaccinium vitis-idaea* – теневыносливый кустарничек, высотой 10–30 см, с прямостоячими или приподнимающимися стеблями, толстыми, кожистыми зимующими листьями. Белые или розоватые цветки собраны в верхушечные односторонние кисти. Ягоды красные. *Vaccinium vitis-idaea* по отношению к влажности и плодородию почвы является мезофитом, олиготрофом [4; 6; 7].

В окрестностях аг. Лесная Барановичского района были описаны четыре ценопопуляции *Vaccinium vitis-idaea* общей площадью 710 м<sup>2</sup> в средневозрастных сосновых насаждениях (состав 10С, 9С1Б). Брусника в период исследований находилась в фазе плодоношения, жизненность растений – 3а, 3б, обилие вида по шкале Друде на УП – сор<sub>3</sub>, сор<sub>2</sub>, сор<sub>1</sub>; распределение особей вида – случайное, контактное.

Пробная площадь 1 заложена в сосняке мшистом, состав древостоя – 9С1Б. Средняя высота *Pinus sylvestris* – 21,7 м, средний диаметр – 18,6 см. Подрост образован *Pinus sylvestris*, *Betula pendula* средней высотой 7,9 м и 7,5 м. В подлеске произрастает *Frangula alnus* средней высотой 0,6 м. Доминантами живого напочвенного покрова являются *Vaccinium myrtillus*, *Melampyrum pratense*, *Pleurozium schreberi*. Площадь заросли *Vaccinium vitis-idaea* – 195 м<sup>2</sup>, плотность изменяется от 18 до 67 особей на УП, средняя плотность равна 36,22 ± 6 экз./м<sup>2</sup>, средняя высота – 17,72 ± 0,41 см.

Пробные площади 2 и 3 заложены в сосняках мшистых (10С), где обнаружены ценопопуляции брусники размером 12 × 20 м и 11 × 17 м. Древостой на ПП 2 представлен *Pinus sylvestris* средней высотой 21,6 м, средним диаметром – 19,9 см; подрост – *Pinus*

*sylvestris*, *Betula pendula*, *Tilia cordata* средней высотой 1,15 м; подлесок – *Juniperus communis*, *Frangula alnus* средней высотой 0,8 м. Преобладающими видами живого напочвенного покрова являются *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Pleurozium schreberi*. Количество особей *Vaccinium vitis-idaea* на учетных площадках варьирует от 18 до 47, высота изменяется от 10 до 22,2 см, средняя высота равна  $16,85 \pm 0,80$  см. Средняя плотность на втором исследуемом участке составила 27,25 экз./м<sup>2</sup>.

Средняя высота *Pinus sylvestris* в составе древостоя на ППЗ – 18,9 м. В подросте доминирует *Betula pendula* (средняя высота – 1,8 м), также встречаются *Populus nigra*, *Tilia cordata*, единично *Picea abies*. В подлеске произрастает *Juniperus communis* средней высотой 0,4 м. В составе живого напочвенного покрова доминируют *Calluna vulgaris*, *Pleurozium schreberi*. Высота *Vaccinium vitis-idaea* на учетных площадках в пределах исследуемой заросли варьирует от 10,1 до 22,4 см, средняя высота равна  $17,69 \pm 0,70$  см. Средняя плотность ценопопуляции составила 38,25 экз./м<sup>2</sup>.

Пробная площадь 4 заложена в сосняке черничном, состав древостоя – 10 С. Средняя высота *Pinus sylvestris* равна 20,9 м, средний диаметр – 17,5 см. Подрост представлен *Pinus sylvestris* средней высотой 1,5 м, подлесок – *Juniperus communis* средней высотой 1,0 м. Доминирующие виды живого напочвенного покрова – *Vaccinium myrtillus*, *Pleurozium schreberi*, реже встречаются *Calluna vulgaris*, *Daucus carota*.

Максимальное количество особей брусники на учетных площадках (2 × 2 м) достигло 73, высота которых колеблется от 15,8 см до 21,4 см, средняя высота равна  $18,62 \pm 0,18$  см. Средняя плотность растений составила 17,63 экз./м<sup>2</sup>.

Масса среднего образца ягод брусники (100 шт.) на пробных площадях изменяется от  $28,2 \pm 0,2$  г (ПП4) до  $28,67 \pm 0,24$  г (ПП 2).

В лесных фитоценозах в окрестностях аг. Лесная Барановичского района зарегистрированы и описаны четыре ценопопуляции брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) общей площадью 710 м<sup>2</sup>.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бордок, И. В. Мониторинг ресурсобразующих видов растений и грибов / И. В. Бордок, Т. Р. Моисеева, И. В. Маховик // Мониторинг растительного мира в Республике Беларусь: результаты и перспективы / И. В. Бордок [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский, А. В. Судник ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича ; под общ. ред. А. В. Пугачевского, А. В. Судника. – Минск : Беларус. навука, 2019. – С. 141–176.
2. Лемеза, Н. А. Геоботаника. Учебная практика : учеб. пособие / Н. А. Лемеза, М. А. Джус. – Минск : БГУ, 2015. – 128 с.
3. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева [и др.]. – СПб. : НИИ химии СПбГУ, 2002. – 240 с.
4. Федорук, А. Т. Ботаническая география. Полевая практика / А. Т. Федорук. – Минск : БГУ, 1976. – 224 с.
5. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 599 с.
6. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
7. Определитель растений Белоруссии / под ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. – Минск : Выш. шк., 1967. – 872 с.

УДК 616-007

**А. С. ШОРОХ, Д. Д. СУРМАЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

### **ДИНАМИКА ВСТРЕЧАЕМОСТИ ХРОМОСОМНЫХ АБЕРРАЦИЙ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ У ЖЕНЩИН С ПРИВЫЧНЫМ НЕВЫНАШИВАНИЕМ БЕРЕМЕННОСТИ ЗА ПЕРИОД С 2017 ПО 2021 Г.**

Одна из самых насущных проблем в акушерской практике – невынашивание беременности. В структуру невынашивания беременности включают случаи самопроизвольных выкидышей и неразвивающиеся беременности. Отдельно выделяют понятие «привычное невынашивание беременности» или ПНБ. Одной из причин ПНБ являются хромосомные нарушения, которые могут приводить к нарушению беременности уже с момента гестации [1]. В случае ПНБ (наличия двух и более самопроизвольных выкидышей) возрастает вероятность присутствия хромосомной aberrации (инверсии или транслокации) в кариотипе одного из родителей. Наиболее часто встречаются сбалансированные реципрокные и Робертсоновские транслокации (длинные плечи двух акроцентрических хромосом неправильно разделяют центросому). Перичентрические инверсии изменяют морфологию хромосомы и обуславливают бесплодие, но встречаются они довольно редко. Следовательно, эпидемиологические исследования частоты встречаемости хромосомных мутаций у женщин с ПНБ являются актуальными.

Цель работы – изучить динамику встречаемости хромосомных aberrаций у женщин с диагнозом «привычное невынашивание беременности» пациенток клинико-диагностической (генетической) лаборатории УЗ «БОРД» за период с 2017 по 2021 г.

Объект исследования: пациентки клинико-диагностической (генетической) лаборатории УЗ «БОРД» с ПНБ, имеющие хромосомные перестройки в кариотипах лимфоцитов крови. Исследуемая выборка составляла 1009 человек.

Материалы исследований: ежегодные отчеты лаборатории за 2017–2021 гг., медицинские карты пациентов (с соблюдением условий анонимности), архив цитологических препаратов кариотипов лимфоцитов периферической крови пациенток. Методические приемы: статистическая обработка документов, анализ, сопоставление данных.

Как показал анализ медицинской документации, для выявления возможных генетических причин ПНБ в течение 2017–2021 гг. в клинико-диагностическую (генетическую) лабораторию УЗ «БОРД» обращались ежегодно от 138 (2018) до 260 (2019) женщин. Как видно из таблицы, в лимфоцитах крови пациенток ежегодно выявлялись от 1,52 % (2020) до 7,2 % (2018) аномальных кариотипов, которые относились к хромосомным мутациям.

Анализ данных таблицы также показал, что среди aberrаций встречались пять типов: транслокации (t), инверсии (inv), Робертсоновские транслокации (rob), синдром ломкой хромосомы (fra) и «инверсии + транслокации» (inv + t). Анализ динамики встречаемости aberrаций показал, что наиболее часто встречались сбалансированные транслокации хромосом: они проявлялись на протяжении пяти лет, и частота встречаемости в выборке с ПНБ варьировала от 0,5 % (2020) до 4,4 % (2018).

Робертсоновские транслокации встречались на протяжении 2017–2020 гг. в единичных случаях (1–2), и, следовательно, их частота варьировала от 0,51 % (2017) до 1,4 % (2018). В 2021 г. данный вид мутаций не обнаруживался.

Таблица – Динамика встречаемости аномалий кариотипа у пациенток за период 2017–2021 гг. Брестской области

Мутации	Количество									
	2017		2018		2019		2020		2021	
	Абсолют., чел.	% от обсл.	Абсолют.	% от обсл.	Абсолют., чел.	% от обсл.	Абсолют., чел.	% от обсл.	Абсолют., чел.	% от обсл.
t	2	1,0	6	4,3	5	1,9	1	0,5	3	1,35
inv	3	1,55	1	0,72	1	0,38	0	0	1	0,45
rob	1	0,51	2	1,4	2	0,76	2	1,015	0	0
fra	0	0	0	0	1	0,38	0	0	2	0,90
inv + t	0	0	1	0,72	0	0	0	0	0	0
Общ. к-во	6	3,10	10	7,2	9	3,46	3	1,52	6	2,71
К-во обслед.	193	100	138	100	260	100	197	100	221	100

Хромосомные мутации типа инверсий встречались с частотой, которая варьировала от 0,38 % (2019) до 1,55 % (2017), и в 2020 г. данная мутация не была выявлена среди пациенток.

Более редко встречаемыми хромосомными перестройками можно назвать синдром ломкой X-хромосомы (fra): за исследуемый период трижды зафиксированы случаи – один в 2019 г. (0,38 % от выборки) и два случая – в 2021 г. (0,90 %).

В 2018 г. установлен один случай комбинированной мутации – «инверсия + транслокация» (0,72 % выборки).

Анализ встречаемости по годам аномальных кариотипов среди пациенток с ПНБ из Брестской области показал, что наибольшая частота хромосомных aberrаций приходилась на 2018 г. (7,2 % случаев), а наименьшая отмечалась в 2020 г. – 1,52 %.

Полученные результаты будут использованы для комплексной оценки биогенетических причин ПНБ у женщин, проживающих на территории Брестской области.

Выражаем благодарность за помощь сотрудникам клинико-диагностической (генетической) лаборатории УЗ «БОРД» и лично Ивановой Виолетте Валерьевне.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Boue J. G. Chromosome aberrations in human spontaneous abortion / J. G. Boue, A. Boue // *Presse Med.* – 1970. – Vol. 78, № 14. – P. 635–641.
2. Recurrent miscarriage is associated with a decline of decidual natural killer cells expressing killer cell immunoglobulin-like receptors specific for human leukocyte antigen C / S. Wang [et al.] // *J. Obstet Gynaecol Res.* – 2014. – Vol. 40. – P. 1288–1295.
3. Сидельникова, В. М. Невынашивание беременности – современный взгляд на проблему / В. М. Сидельникова // *Акушерство и гинекология.* – 2007. – № 5. – С. 24–27.
4. Генетические факторы предрасположенности к привычному невынашиванию беременности ранних сроков / О. Н. Беспалова [и др.] // *Журн. акушер. болезней.* – 2001. – Т. L, вып. 2. – С. 8–13.