

Министерство образования и науки
Луганской Народной Республики
Государственное образовательное учреждение
высшего образования
Луганской Народной Республики
«Луганский государственный педагогический университет»

ВЕСТНИК



Луганского
государственного
педагогического
университета

Серия 4

Биология. Медицина. Химия

№ 1(58) • 2021

Сборник научных трудов



Луганск
2021

УДК 08:378.4(477.61)ЛГПУ:[57+61+54(062/552)]

ББК 95/4z43+28z5+5z5+24z5

В 38

Учредитель и издатель
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»

Основан в 2015 г.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
№ ПИ 000196 от 22 июня 2021 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

Дяченко В.Д. – доктор химических наук, профессор

Заместитель главного редактора

Ротерс Т.Т. – доктор педагогических наук, профессор

Выпускающий редактор

Калинина Г.Г. – заведующий редакционно-издательским отделом

Редактор серии

Воронов М.В. – кандидат медицинских наук, доцент

Состав редакционной коллегии серии:

Агафонов В.А.	– доктор биологических наук, профессор
Андреева И.В.	– доктор медицинских наук, профессор
Бойченко П.К.	– доктор медицинских наук, профессор
Виноградов А.А.	– доктор медицинских наук, профессор
Волгина Н.В.	– доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Высоцкая Е.А.	– доктор биологических наук, доцент
Германов В.Т.	– доктор медицинских наук, профессор
Гинс М.С.	– доктор биологических наук, профессор
Доценко В.В.	– доктор химических наук, доцент
Дяченко В.Д.	– доктор химических наук, профессор
Крадинова Е.А.	– доктор медицинских наук, профессор
Кривоколыско С.Г.	– доктор химических наук, профессор
Мечетный Ю.Н.	– доктор медицинских наук, профессор
Митченко С.А.	– доктор химических наук, профессор
Ненайденко В.Г.	– доктор химических наук, профессор
Олейников В.А.	– доктор медицинских наук, профессор
Остапко В.М.	– доктор биологических наук, профессор

В38

Вестник Луганского государственного педагогического университета :
сб. науч. тр. / гл. ред. В.Д. Дяченко; вып. ред. Г.Г. Калинина; ред. сер. М.В. Воронов. –
Луганск : Книта, 2021. – № 1(58) : Серия 4. Биология. Медицина. Химия. – 112 с.

Настоящий сборник содержит оригинальные материалы ученых различных отраслей наук и групп специальностей, а также результаты исследований научных учреждений и учебных заведений, обладающие научной новизной, представляющие собой результаты проводимых или завершенных изучений теоретического или научно-практического характера.

Адресуется ученым-исследователям, докторантам, аспирантам, соискателям, педагогическим работникам, студентам и всем, интересующимся актуальными проблемами в сфере биологии, медицины и химии.

Издание включено в РИНЦ

Печатается по решению Ученого совета Луганского государственного педагогического университета (протокол № 2 от 24.09.2021 г.)

УДК 08:378.4(477.61)ЛГПУ:[57+61+54(062/552)]

ББК 95/4z43+28z5+5z5+24z5

В 38

© Коллектив авторов, 2021
© ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

- Домбровская С.С., Конопля Н.И., Литвинов В.А.** Биология и экология основных доминантов луговых угодий Донбасса.....5
- Коваль Е.С., Форощук В.П.** Морфологическая характеристика окуня солнечного *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) в бассейнах рек Северский Донец и Миус на территории Луганщины.....11
- Косогова Т.М., Жолудева И.Д., Филатова М.А.** Влияние экологических факторов на рост и развитие проростков *Fraxinus excelsior* L. в условиях «почвенной культуры».....16
- Фомина Ю.С.** Инвазивный вид *Grindella squarrosa* (Pursh) Dunal. на территории Луганского геоботанического района.....23

МЕДИЦИНА

- Андреева И.В., Виноградов А.А., Симакова Е.С., Телия В.Д.** Возрастные изменения диаметра воротной вены и массы животного в процессе 75-суточного наблюдения.....29
- Виноградов А.А., Андреева И.В., Симакова Е.С., Телия В.Д.** Возрастные изменения систолической и диастолической линейной скорости кровотока в воротной вене в зависимости от изменения ее диаметра.....33
- Крадинова Е.А., Волобуева Л.Н., Левенец С.В.** Клинико-лабораторное обоснование использования амизона при распространенных пиодермиях.....37
- Криничная Н.В., Землянский Д.В., Климов Ю.С.** Влияние регулярной физической активности на функциональное состояние организма и здоровье школьников.....44
- Левенец С.В., Пицул С.Д., Никитенко Н.А.** Единство антропогенных черт в соматотипологической организации современного юношеского населения африканского и европеоидного происхождения.....50
- Москвин А.А., Бойченко П.К., Никитенко Н.А., Кочевенко А.А.** Современные аспекты антитромботической терапии: история эволюции антикоагулянтов.....55

ХИМИЯ

- Барышев Б.Н., Дяченко В.Д.** Перегруппировки сульфоксидов в органическом синтезе (обзор).....62
- Дяченко И.В.** Реакция Михаэля, протекающая по типу обмена метиленовыми компонентами (обзор).....70
- Дяченко И.В., Сараева Т.А., Егоров И.В.** Синтез функционализированных карбоциклов, инициируемых реакцией Михаэля (обзор).....79

Перепечай А.А., Дяченко В.Д. Получение 1,6-нафтиридинов из производных пиридина путем достройки по положению 2,3 (обзор). Часть 1.....	85
Тихий А.А. Электронная структура и фотофизические свойства замещенных пиридинов.....	93
Косогова Татьяна Михайловна (к 70-летию со дня рождения)..	101
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	104
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ	107

БИОЛОГИЯ

УДК [581:633.21] (477.6)

Домбровская Светлана Сергеевна,
канд. с.-х. наук, доцент,
доцент кафедры биологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
dombrik@list.ru

Конопля Николай Иванович,
доктор с.-х. наук, профессор,
профессор кафедры биологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»

Литвинов Вадим Александрович,
магистрант кафедры биологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»

Биология и экология основных доминантов луговых угодий Донбасса

Выявлены и установлены основные флороцено типы луговых угодий Донецкого края и его склонов. Приведен их флористический состав. Дается краткий систематический анализ луговых растений. Осуществлен анализ ценоморф и эдафоморф луговых угодий.

Ключевые слова: Донбасс, луговые угодья, виды растений, флороцено типы, ценоморфы, эдафоморфы.

В Донбассе в связи с интенсивной антропогенной трансформацией луговых угодий и целым рядом связанных с ней экологических проблем уже давно возникла проблема снижения биологического разнообразия и продуктивности этих биотопов [2; 3].

Луговые сообщества в последние 30–50 лет подверглись кардинальным изменениям и в настоящее время характеризуются как антропогенно трансформированные экосистемы со смешанным видовым составом растений, среди которых много рудералов [1; 4; 13].

Грубостебельные, вредные, ядовитые и малоценные в кормовом отношении сорные растения в луговых сообществах на фоне постоянных нарушений растительного покрова существенно ухудшают экологическую ситуацию в регионе, приводя к полной трансформации, деградации лугов и функционированию их на самых низких уровнях биологического разнообразия [3; 6; 7; 9].

Кроме того, вследствие нерегулированного бессистемного использования, недостаточного внесения удобрений, покрытия кротовинами, захламления сухостоем и вырождения травостоев состояние большей части низинных и пойменных лугов находится в неудовлетворительном состоянии, что не позволяет им выполнять надлежащую кормопроизводственную, природоохранную и почвозащитную функции [3; 4; 6; 8; 13].

Поэтому неотложной задачей является улучшение культуртехнического состояния природных лугов, которые подверглись нерациональному стравливанию животными и непомерному отторжению биомассы при сенокосениях [1; 2; 13].

Для этого необходимо знать специфические особенности различных типов луговых сообществ, флористический состав, биоэкологические характеристики и долевое участие в травостоях разных видов луговых трав, возможные меры улучшения луговых биоценозов и т.д.

Имеющиеся в Донбассе луговые сенокосы и пастбища по хозяйственным, экологическим, географическим признакам, продуктивности и кормовой ценности отдельных видов растений достаточно хорошо исследованы [3; 4; 9], но флористические типы лугов Донбасса до настоящего времени остаются слабо изученными.

В связи с этим, нами были обследованы низинные и пойменные луга Донецкого края, его южных и северных склонов. Многолетние полевые обследования осуществляли маршрутно-экспедиционным методом в течение 2008–2020 гг. Учеты динамики изменений растительности и флоры лугов, наблюдения, геоботанические описания и систематические анализы проводили по общепринятым методикам [5; 12].

Видовые названия луговых и сорных растений приведены в соответствии с международной базой данных «Catalogue of Life» [14].

На основании собственных многолетних обследований и описаний растительности, литературных данных [2; 3; 7; 8; 10; 11] и обработки гербарных собраний KON и DNS нами были выявлены следующие основные типы луговых угодий Донецкого края и его склонов.

Типчаковый. Преобладающими видами этого типа лугов были: *Festuca rupicola* Neuff., *Poa angustifolia* L., *Poa trivialis* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Koeleria delavignei* Czern. ex Domin, *Agrostis praticola* Klovov, *Carex praecos* Schreb., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Medicago romanica* Prodan, *Veronica austriaca* L., *Euphorbia stepposa* Zoz ex Prokh., *Achillea nobilis* L., *Artemisia austriaca* Jacq. и др.

Узкоколистномятликовый. Основными доминантами этого флористического типа лугов были: *Poa angustifolia* L., *Agrostis vinealis* Schreb., *Phleum pratense* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Galium verum* L., *Potentilla argentea* L., *Plantago lanceolata* L., *Hieracium umbellatum* L., *Euphorbia stepposa* Zoz ex Prokh., *Melilotus albus* Medik., *Trifolium pratense* L., *Vicia cracca* L. и др.

Луговокострецовый. Основными составляющими травостоя этих лугов были: *Bromopsis benekenii* (Lange) Holub, *Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub, *Poa angustifolia* L., *Carex praecos* Schreb., *Trifolium pratense* L., *Koeleria delavignei* Czern. ex Domin, *Phleum pratense* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Agrostis gigantea* Roth, *Achillea collina* J. Becker ex Rchb., *Scabiosa ochroleuca* L., *Centaurea scabiosa* L., *Astragalus austriacus* Jacq., *Vicia tenuifolia* Roth, *Lathyrus tuberosus* L. и др.

Лисохвосто-бекманиевый. Преобладающими видами луговых сообществ были: *Alopecurum pratensis* L., *Beckmannia eruciformis* (L.) Host, *Poa palustris*

L., *Agrostis gigantea* Roth, *Carex vulpina* L., *Thalictrum flavum* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Inula britannica* L., *Tragopogon dasyrhynechus* Artemcz., *Achillea nobilis* L., *Veronica arvensis* L., *Ajuga genevensis* L., *Medicago sativa* L. и др.

Болотномятликовый. Основными компонентами травостоя этих лугов были: *Alopecurum pratensis* L., *Agrostis gigantea* Roth, *Poa palustris* L., *Arrhenaterum elatium* (L.) J. Presl ex C. Presl, *Glyceria arundinacea* Kunth, *Cerintho minor* L., *Carex vulpina* L., *Beckmannia eruciformis* (L.) Host, *Prunella vulgaris* L., *Trifolium repens* L. и др.

Тростниковый. Значительную роль в составе этого типа лугов играли: *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch., *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth, *Poa palustris* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Typha angustifolia* L., *Dactylis glomerata* L., *Stachys palustris* L., *Lycopus exaltatus* L., *Epilobium palustris* L., *Rorippa prolifera* (Heuff.) Neilr., *Lysimachia vulgaris* L., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Carex riparia* Curtis и др.

Южнотростниковый. Травостой представлен главным образом *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. с незначительной примесью *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Garanium pretense* L., *Lythrum salicaria* L., *Lathyrus tuberosus* L., *Epilobium palustris* L. и др.

Тимофеевковый. Отличался незначительным видовым разнообразием с преобладанием *Phleum pratense* L. и *Dactylis glomerata* L., и небольшими примесями *Poa pratensis* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Bromopsis benekenii* (Lange) Holub, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Agrostis praticola* Klokov, *Medicago sativa* L., *Trifolium pratense* L. и др.

Осоковокострецовый. Основу травостоя составляли: *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Bromopsis benekenii* (Lange) Holub, *Carex distans* L., *Carex hirta* L., *Carex diluta* M. Bieb., *Garanium collinum* Stephan, *Plantago major* L., *Daucus carota* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Trifolium repens* L., *Trifolium fragiferum* L., *Vicia cracca* L. и др.

Бескильнецевый. Важнейшую роль в формировании травостоя играла *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. Как сопутствующие виды – *Limonium meyeri* (Boiss.) Kuntze, *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobroc., *Plantago cornuti* Gouan, *Plantago arenaria* (Waldst. et Kit.) Mirbel, *Suaeda prostrata* Pall., *Artemisia santonica* L., *Medicago romanica* Prodan и др.

Жерароситниково-осоковый. В составе травостоя преобладали *Juncus gerardii* Loisel. и *Carex distans* L., и как сопутствующие *Scirpus sylvaticus* L., *Koeleria delavignei* Czern. ex Domin, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Glyceria menoralis* (Uechtr.) Uechtr. ex Korn., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch., *Leontodon autumnalis* L., *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobroc., *Tussilago farfara* L. и др.

Безостокострецовый тип лугов был представлен преимущественно *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Poa pratensis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Dactylis glomerata* L., *Phleum pratense* L. Иногда встречались *Agrostis vinealis* Schreb., *Koeleria delavignei* Czern. ex Domin, *Medicago romanica* Prodan, *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobroc., *Achillea nobilis* L., *Tanacetum vulgare* L., *Campanula sibirica* L., *Veronica chamaedrys* L. и др.

Вейниковый. Основным компонентом травостоя этих лугов был *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Кроме него изредка встречались *Elytrigia re-*

pens (L.) Nevski, *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv., *Hierochloe stepporum* P.A. Smirn., *Artemisia vulgaris* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Medicago romanica* Prodan, *Melilotus albus* Medik., *Anthemis ruthenica* M. Bieb., *Glycyrrhiza echinata* L. и др.

Подавляющее число видов луговых фитоценозов были представлены растениями семейства Poaceae. Среди них наиболее распространены виды родов *Poa* L., *Festuca* L., *Bromopsis* Fourr., *Koeleria* Pers., *Agrostis* L. Менее представленными были семейства Fabaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Juncaceae Rosaceae и др.

Из сорных грубостебельных, ядовитых, вредных и малоценных в кормовом отношении растений массовое распространение получили такие однолетние адвентивные виды, как *Ambrosia artemisiifolia* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen, *Chenopodium album* L., *Sinapis arvensis* L., *Equisetum arvense* L., *Lepidium perfoliatum* L., *Ranunculus sceleratus* L., *Arctium tomentosum* Mill., *Berteroa incana* (L.) D.C. и др.

На всех типах изученных нами лугов доминантными видами были многолетние травянистые поликарпики. Среди них преобладали представители лугового флороценоотипа (47,6%). Виды степного и галофитного флороценоотипов были представлены меньшим числом видов – соответственно 28,3 и 16,9%. Наименьшее число видов было отнесено к болотному флороценоотипу (11,7%), что связано, очевидно, с географическим расположением и топографическими особенностями Донецкого кряжа. Основная масса обнаруженных нами видов принадлежала к криптофитам (86,6%) и значительно меньшая – к гемикриптофитам. Между различными ценоморфами и эдафоморфами прослеживалась четкая положительная корреляция. Так, луговые флороценоотипы, как правило, были приурочены к мегатрофным, степные – мезотрофным, галофитные – аккелотрофным почвенным разностям, а болотные – олиготрофным или засоленным почвам.

Характер гигроморф указывал на мезофильность луговых доминантов, так как подавляющее большинство их было требовательно к увлажнению почвы и лишь немногие виды (6,6%) были представлены ксерофитами.

Таким образом, луговые угодья Донецкого кряжа и его склонов сохранили достаточно высокую потенциальную обеспеченность видового состава доминантов с хорошими кормовыми достоинствами. Усиливающееся внедрение в естественные фитоценозы малоценных в кормовом отношении адвентивных видов требует пересмотра систем использования луговых угодий и разработки приемов поверхностного улучшения.

Список литературы

1. **Боговин А.В.** Травянистые биогеоценозы: их улучшение и рациональное использование / А.В. Боговин, И.Т. Слюсарь, М.К. Царенко. – К. : Аграрная наука, 2015. – 360 с.
2. **Глухов А.З.** Научные основы восстановления травянистых фитоценозов в Степной зоне / А.З. Глухов, О.Н. Шевчук, Т.П. Кохан. – Донецк : Вебер, 2018. – 198 с.
3. **Домбровская С.С.** Природные сенокосы и пастбища Северо-Центральной Степи / С.С. Домбровская, О.Н. Курдюкова, Н.И. Конопля. – Луганск : ЛНУ имени Тараса Шевченко, 2013. – 294 с.

4. **Домбровская С.С.** Приемы оптимизации фитосанитарного состояния кормовых угодий / С.С. Домбровская, Н.И. Конопля // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. матер. В 2-х кн. – Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2019. – Кн. 1. – С. 176–177.
5. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. **Конопля Н.И.** О защите природных кормовых угодий от сорняков / Н.И. Конопля, О.Н. Курдюкова, С.С. Домбровская // Кормопроизводство. – 2013. – № 6. – С. 38–39.
7. **Курдюкова О.Н.** Семенная продуктивность и семена сорных растений : монография / О.Н. Курдюкова, Н.И. Конопля. – СПб. : Свое издательство, 2018. – 200 с.
8. **Курдюкова О.Н.** Динамика изменения видового состава сеgetально-рудеральной флоры Степей Украины / О.Н. Курдюкова, Е.П. Тыщук // Региональные ботанические исследования как основа сохранения биоразнообразия. – Воронеж, 2018. – С. 58–61.
9. **Курдюкова О.Н.** Новые и нетрадиционные растения при экологической оптимизации агрофитоценозов / О.Н. Курдюкова, Н.С. Головкин, Ю.Г. Заруцкая // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: мат. XII междунар. симпозиума. – М. : РУДН, 2017. – С. 225–227.
10. **Курдюкова О.Н.** Видовой состав сорняков степных зон Украины и тенденции его изменений / О.Н. Курдюкова, Е.П. Тыщук // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции. Тез. докл. Всероссийской научн. конф. с международным участием / Федеральное агентство научных организаций, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Русское ботаническое общество, секция культурных растений РБО, Российский фонд фундаментальных исследований. – СПб., 2017. – С. 80–81.
11. **Курдюкова О.Н.** Семенная продуктивность интродуцированных видов *Onobrychis* Mill. в Степи Украины / О.Н. Курдюкова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: сб. научн. трудов по материалам XIII Междунар. симпозиума. – М. : РУДН, 2019. – С. 148–150.
12. **Методика** проведения исследований по кормопроизводству / под. ред. А.О. Бабича. – Винница : Институт кормов, 2004. – 96 с.
13. **Руденко Е.В.** Повышение продуктивности природных пастбищ / Е.В. Руденко. – М. : Урожай, 2017. – 207 с.
14. **Catalogue of Life: 2020-02-24: indexing the world's known species.** Режим доступа: <https://www.catalogueoflife.org/col/details/>.

**Dombrovskaya S.S.,
Konoplya N.I.,
Litvinov V.A.**

Biology and ecology of the main dominant grasslands of Donbass

The main florocenotypes of the grasslands of the Donetsk ridge and its slopes were identified and established. Their floral composition is given. A brief systematic analysis of meadow plants is given. The analysis of cenomorphs and edaphomorphs of grasslands is carried out.

Key words: *Donbass, grasslands, plant species, florocenotypes, coenomorphs, edaphomorphs.*

Коваль Евгений Сергеевич,
ассистент кафедры биологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
kovalevgen13@mail.ru

Форошук Виталий Петрович,
канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры биологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
forman_vita@mail.ru

Морфологическая характеристика окуня солнечного *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) в бассейнах рек Северский Донец и Миус на территории Луганщины

*Работа посвящена изучению морфометрических особенностей окуня солнечного *leporomis gibbosus* (L., 1758), обитающего в бассейнах рек Северский Донец и Миус. Солнечный окунь, является новым интродуцированным видом для ихтиофауны бассейна рек Северский Донец и Миус.*

Ключевые слова: солнечный окунь, ихтиофауна, вид, морфометрия, меристические признаки.

Солнечный окунь *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) является представителем североамериканской фауны. В Европу его завезли как декоративный объект. Впоследствии он натурализовался в природных водоемах и широко расселился в низовьях Дуная, лиманах Ялпуга и Кагула, озере Сасык, низовьях Днестра (дельта и Днестровский лиман), Тилигульском, Березанском и Днепровско-Бугском лиманах и заливных водоемах низовья Днепра, в бассейне Южного Буга, внутренних водоемах Крыма и в Днепропетровской области [3; 4]. Последние находки этого вида отмечены в водоемах Северного Приазовья: Каховский канал, рек Молочная и Кальмиус, Запорожского водохранилища, на реках Днепр и среднего течения Северского Донца [2; 4].

Ихтиофауна среднего течения реки Северский Донец представлена 61 видом рыб из 39 родов и 15 семейств [1; 3; 5].

Несмотря на многочисленные сведения о находках солнечного окуня в водах бассейнов рек Днепра и Северского Донца, научные исследования по изучению его морфометрии в водоемах Луганщины начали проводиться только в последнее время. Поэтому выбранная тема является актуальной.

В связи с этим целью наших исследований было провести морфологическую характеристику окуня солнечного *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) в бассейнах рек Северский Донец и Миус на территории Луганщины.

Для исследования были использованы 36 экземпляров солнечного окуня, которые были добыты в три этапа:

1) в водохранилище Штеровской ТЭС на реке Миус (7 экз.) с использованием поплавочной удочки;

2) в прудовом хозяйстве, расположенном в верховье реки Луганчик (9 экз.), при облове товарной рыбы в 2017–2018 гг.;

3) в реке Северский Донец возле г. Счастье (20 экз.) выше и ниже плотины ТЭС в июле 2015 г.

Изучение изменчивости окуня солнечного проводилось на фиксированных в формалине образцах (рис. 1) по 32 пластическим и 9 меристическим признакам в соответствии с общепринятой методикой [3].

В последнее время (2019 г.) окунь солнечный был отмечен также на территории г. Луганска, в реках Ольховая и Лугань (рис. 2).



Рис. 1. Окунь солнечный *L. gibbosus*, окрас фиксированного экземпляра (р. Северский Донец, г. Луганск, 2015 г.)

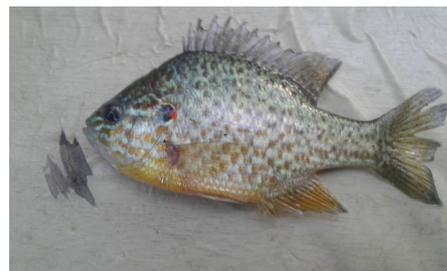


Рис. 2. Окунь солнечный *L. gibbosus* с природным окрасом (р. Ольховая, г. Луганск, 2019 г.)

Анализ меристических признаков у опытных образцов рыб в сравнении с литературными данными показал отсутствие существенных отклонений между их показателями при увеличении диапазона изменчивости (табл. 1).

Так, количество неразветвленных лучей в спинном плавнике солнечного окуня составляет от IX до XI, разветвленных – 10–14 штук. В анальном плавнике число неразветвленных лучей – III, разветвленных – 8–13 штук. Общее количество чешуи в боковой линии солнечного окуня колеблется в пределах 27–42 штук.

Таблица 1

Характеристика меристических признаков солнечного окуня

Водоем	Признак, шт.			Источник
	D	A	L.l.	
р. Северский Донец	IX–X; 11–14	III; 8–12	33–37	Наши данные
р. Луганчик	X–XI; 10–12	III; 9–11	27–41	Наши данные
р. Миус	X 13	III; 10–13	32–38	Наши данные
Павлопольское водохранилище	XI 11	III; 10	41–42	[2]
Каховский канал	X–XI; 10–12	III; 9–11	39–42	[2]

Примечание: D – число лучей в спинном плавнике (римские цифры – количество неразветвленных лучей, арабские – разветвленных лучей); A – количество лучей в анальном плавнике (обозначения как на спинном плавнике); L.l. – общее количество чешуи в боковой линии

В результате исследований установлено, что интродукция солнечного окуня в изученных водоемах привела к формированию более удлиненной формы тела рыб (максимальные показатели среднего значения длины головы, спинного и грудного плавников, постдорсального расстояния, высоты тела) относительно особей из реки Онтонাবে, Канада, откуда произошло распространение солнечного окуня в Европу (табл. 2). Кроме того, несколько большая средняя длина тела у изученных рыб обусловлена селективностью использованного орудия лова.

Таблица 2

**Сравнительный анализ морфометрических признаков
солнечного окуня**

Признак	р. Северский Донец (20 экз.), наши данные		Запорожское водохранилище (32 экз.)	р. Онтонাবে, Канада (85 экз.)	
	min–max	M±m	M±m	min–max	M±m
TL, мм	107,3–135,0	117,3±1,86	106,3±5,50	21,1–141,5	70,2±2,41
SL, мм	85,7–112,0	94,4±1,49	93,0±5,00	17,4–113,1	57,1±1,97
lc, мм	27,0–41,0	32,69±0,77	32,25±2,00	–	–
в % от стандартной длины тела SL					
lc	30,7–38,7	34,6±0,53	36,4±3,75	30,8–36,7	33,8±0,14
H	40,4–53,6	44,9±0,64	48,8±1,97	32,2–47,7	41,3±0,28
h	11,1–15,7	14,4±0,25	16,0±1,59	11,9–15,2	13,3±0,06
aD	40,4–46,2	43,4±0,42	47,9±5,20	41,1–45,0	43,1±0,12
pD	17,7–28,4	21,4±0,62	25,9±2,40	–	–
ID	43,3–52,7	47,6±0,59	47,3±4,21	36,8–48,8	43,3±0,22
hD	12,6–20,4	15,9±0,39	13,4±6,94	10,9–16,2	14,0±0,14
IP	22,9–34,1	30,0±0,62	31,0±4,30	23,2–34,0	28,1±0,20
PV	13,7–20,5	16,6±0,38	13,0±4,42	12,2–17,9	15,1±0,11
IV	17,2–23,7	20,5±0,35	11,0±1,83	14,9–23,7	20,4±0,15
l caud	17,9–25,0	21,89±0,47	20,88±1,56	–	–
в % от длины головы (lc)					
do	17,65–37,04	24,37±1,11	24,77±1,2	–	–
po	35,29– 62,96	49,96±1,47	48,81±3,84	–	–

Примечание: TL – абсолютная длина тела; SL – длина тела до конца покрова чешуи; lc – длина головы; H – наибольшая высота тела; h – наименьшая высота тела; l caud – длина хвостового стебля; IV – длина брюшного плавника; IP – длина грудного плавника; PV – расстояние между основаниями грудного и брюшного плавников; aD – антедорсальное расстояние; pD – постдорсальное расстояние; ID – длина основания спинного плавника; hD – высота спинного плавника на уровне четвертого не ветвистого луча; do – диаметр глаза; po – посторбитальная длина

Установленные различия между особями из рек Северский Донец и Онтонাবে имеют высокую степень вероятности. Достоверная разница ($p < 0,001$) установлена по таким признакам, как: длина и высота тела, длина спинного и грудного плавников.

Между выборками экземпляров из рек Днепр и Онтонাবে достоверная разница ($p < 0,001$) установлена лишь для наибольшей высоты тела солнечного окуня.

Достоверных различий между рассмотренными признаками у групп из рек Северский Донец и Днепр не установлено.

Таким образом, можно сделать вывод, что распространение солнечного окуня в водоемах Луганщины носит инвазивный характер. Этому способствуют, главным образом, частные арендаторы, которые специализируются на выращивании товарной рыбы в водоемах, куда вместе с мальком конкретного вида попадает этот чужеродный вид, который затем при спуске воды проникает в аборигенную ихтиофауну. Дальнейшие исследования будут направлены на установление более детализированной картины экспансии вида в бассейне реки Северский Донец. Также необходимо продолжить изучение распространения солнечного окуня и выяснить аспекты его конкуренции с аборигенным видом – окунем речным.

Список литературы

1. **Денщик В.А.** Фауна рыб бассейна среднего течения Северского Донца / В.А. Денщик. – К. : Ин-т зоологии НАНУ, 1994. – 40 с.
2. **Дирипаско А.А.** Расширение ареала солнечного окуня *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) на восток Украины / А.А. Дирипаско, Н.А. Демченко, П.В. Кулик и др. // Вестник зоологии. – 2008. – №42 (3). – С. 269–273.
3. **Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 374 с.
4. **Федоненко Е.В.** Расселение, пространственное распространение и морфологическая характеристика солнечного окуня *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes) Запорожского водохранилища / Е.В. Федоненко, О.Н. Маренков // Российский журнал биологических инвазий. – 2013. – №2. – С. 51–59.
5. **Шандиков Г.А.** Редкие виды рыб бассейна Северского Донца Северо-восточной Украины / Г.А. Шандиков, Г.Л. Гончаров // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Сер. : Биология. – 2008. – №8. – С. 65–90.

Koval E.S.,
Foroshchuk V.P.

**Morphological characteristics of the sun perch *Lepomis gibbosus*
(Centrarchidae, Perciformes) in the basins of the Seversky Donets and Mius
rivers of Luhansk region**

*The work is devoted to the study of morphometric features of the solar perch *lepomis gibbosus* (L., 1758), which lives in the basins of the Seversky Donets and Mius rivers. The sun perch is a new introduced species for the ichthyofauna of the Seversky Donets and Mius river basins.*

Key words: sun perch, ichthyofauna, species, morphometry, meristic features.

УДК 57.042(044)

Косогова Татьяна Михайловна,
канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры биологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
inbotanlit87@list.ru

Жолудева Ирина Дмитриевна,
канд. биол. наук, доцент кафедры экологии,
ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ имени В. Даля»
agroecology.lg@mail.ru

Филатова Мария Александровна,
студент 4 курса
ГОУ ВО ЛНР «ЛГАУ»
lg.f.mary@yandex.ua

Влияние экологических факторов на рост и развитие проростков *Fraxinus excelsior* L. в условиях «почвенной культуры»

*Изучено влияние оксо-биоразлагаемого пластика на почву, в которой методом «почвенной культуры» выращивали проростки *Fraxinus excelsior* L. Полученные результаты дают основание продолжать изучение влияния компонентов оксо-биоразлагаемого пластика (с добавками d2w) на организмы и экосистемы.*

Ключевые слова: почва, оксо-биоразлагаемый пластик, семена, всхожесть, проростки, фенофазы, анатомия побега.

Известно, что полиэтиленовые пакеты после использования загрязняют окружающую среду. Отходы полимеров, в том числе и упаковочных материалов, подвергаются либо захоронению в почве, либо пиролизу, рециклингу. Разлагаясь в почве сотни лет, они ухудшают ее водно-воздушный режим, а при сжигании в воздух попадают токсичные компоненты. Одним из наиболее эффективных способов решения проблемы полимерного мусора является производство биоразлагаемых полимеров, способных разрушаться в природе с образованием безвредных или малотоксичных веществ [2; 3].

Как считают специалисты, процессы биоразложения отходов полимерных материалов в природных условиях являются мало изученными. Для их более глубокого исследования необходимо разработать теоретические основы механизма регулирования биоразложения и иметь средства для количественной оценки происходящих процессов [4].

Это и послужило целью исследования – изучить влияние неблагоприятных абиотических факторов (фрагментов оксо-биоразлагаемого пластика (ОБП) на качество почвы, рост и развитие проростков *Fraxinus excelsior* L.

Род Ясень (*Fraxinus L.*, 1753 nom. cons.), представители которого встречались в начале мелового периода, относится к семейству *Oleaceae* → подтриба *Fraxininae* → род *Fraxinus* → секция *Fraxinus* → вид *F. excelsior L.*

Схема опытов:

I. Изучение влияния ОБП (с использованием добавки d2w) на почву. Срок аппликации оксопластика в почве обоих вариантов составил 90 дней.

1 вариант – почва чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый + фрагменты разложившегося пакета из оксопластика в количестве 1,5 % от массы почвы + H₂O.

2 вариант – дерновая слаборазвитая песчаная почва + фрагменты разложившегося пакета из оксопластика в количестве 1,5 % от массы почвы + H₂O.

II. Всхожесть семян определяли согласно ГОСТу 130.56.6.–97 «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести семян» (рис. 1) [1].

III. Выращивание сеянцев *F. excelsior L.* в почвенной культуре с использованием раствора фрагментов оксо-биоразлагаемого пакета (градиент концентрации от 0 до 0.20 %) с целью определения степени влияния на проростки.

IV. Изучение анатомического строения осевой части побега (стебля) и корня сеянцев *F. excelsior L.*

V. Определение площади первого настоящего листа проростков.



Рис. 1. Плоды и семена, отобранные с побегов *F. excelsior L.*, для определения всхожести семян

Субстрат для выращивания сеянцев *F. excelsior L.* приготовили из почвы (взятой у основания осевой части побега) + песок + 1/2 древесной золы (соотношение 3:1:0.5).

На 1 этапе исследований нами были получены фрагменты разложившегося ОБП размером 1–5 см (рис. 2, 3).



Рис. 2. ОБП, используемый в работе



Рис. 3. Фрагменты ОБП

На 2 этапе исследований полученные фрагменты ОБП смешивали с почвой, перемешивали и ежедневно добавляли воду до наименьшей влагоемкости (срок аппликации 90 дней) (табл. 1).

Таблица 1

Влияние ОБП на свойства почвы

Вариант	Вид воздействия	Размеры фрагментов ОБП
Почва – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый + ОБП	Перемешивание+ полив	1–2 мм
Почва – дерновая слаборазвитая песчаная + ОБП	Перемешивание+ полив	1–2 мм

Контейнерами для выращивания сеянцев *F. excelsior L.* служили пластиковые стаканы с дренажной системой.

Анатомическое строение осевой части побега и корня *F. excelsior L.* (в фазу семядольных листьев и появления 1–3 пар настоящих листьев) осуществляли методом световой микроскопии.

Площадь листьев определяли весовым методом. Для взвешивания использовали весы ювелирные суперточные – Mini Digital Scale.

Математическую обработку результатов осуществляли по Лакину [5].

Исследования показали, что почва указанных типов после 90 дней аппликации с фрагментами ОБП имеет четкий морфологический признак – наличие большого количества тонких включений белого цвета. Такие включения закупоривают почвенные поры, ухудшая водно-воздушный режим почвы и, как следствие, микробиологическую активность.

Это дает возможность предположить, что в естественных условиях в течение 1–3 месяцев эти фрагменты ОБП под воздействием атмосферных осадков могут активно включиться в процессы миграции по почвенному профилю с возможным попаданием в грунтовые и поверхностные воды и вовлечением в

цепи питания животных. Поэтому оксоразлагаемые пластики, изготовленные по существующим сегодня технологиям, нельзя отнести к зеленым технологиям.

Результаты изучения всхожести семян *F. excelsior* L. представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние сроков заготовки семян *F. excelsior* L. и раствора компонентов ОБП на всхожесть семян (%), отобранных с материнского растения в период органического покоя

Вариант	Дата сроков заготовки плодов и семян / всхожесть, %			
	31.01.19	05.02.19	26.02.2019г.	15.03.19
Контроль (H ₂ O dist.)	8,0±2,0	6,0±3,247	12,6±7,594	8,0±2,0
Опыт (0–0,20 %) раствор компонентов ОБП)	-*	-*	14,0±7,232	17,3±6,128

Как видно из табл. 2, всхожесть семян *F. excelsior* L. всех сроков заготовки (как в контроле, так и в опыте) чрезвычайно низкая, данный показатель посевных качеств находится на уровне ошибки. Такие результаты свидетельствует о том, что семена, которые в зиму остались на маточном растении, к марту 2019 года снизили посевные качества.

Таким образом, чем дольше физиологически зрелые семена находятся на растении, тем длительнее период их прорастания [6].

Известно, что рост и развитие – два взаимосвязанных физиологических процесса, интенсивность которых зависит от воздействия ряда экологических факторов (освещенность, суммарная радиация, температура, влажность, минеральное питание, плодородие почвы и др.).

Изучали влияние раствора компонентов ОБП на прохождение этапов органогенеза сеянцами *F. excelsior* L. 3 и 4 сроков заготовки семян, выращенными методом «почвенной культуры» (рис. 4, 5, 6).



Рис. 4. 7-дневные проростки *F. excelsior* L. (опыт от 15.03.2019 г.) контрольного и опытного вариантов



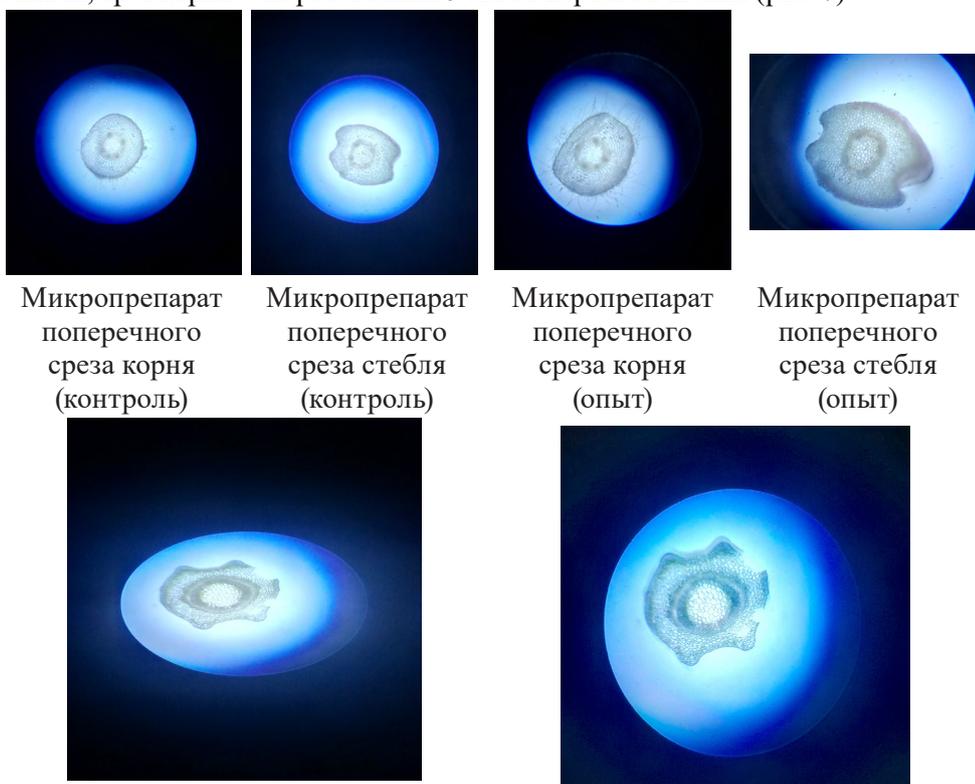
Рис. 5. 15-дневные проростки *F. excelsior* L. (опыт от 15.03.2019 г.) контрольного и опытного вариантов



Рис. 6. 32-дневные проростки *F. excelsior* L. (опыт от 15.03.2019)

Анализ результатов (опыт от 15.03.2019 г.) показал, что на изучаемых этапах органогенеза проростки обоих вариантов (контроль и опыт) находятся в одинаковой фазе развития – появления 2 пар настоящих листьев на 18.04.2019 г.

Известно, анатомическое строение органа обусловлено генетически, но во многом их проявление зависит от ряда экологических факторов. Изучали анатомическое строение корня и стебля проростков *F. excelsior* L., выращенных из семян, отобранных с маточного растения 26.02.19 г. и 15.04.19 г. (выращенных методом «почвенной» культуры). Срез стебля выполнен под семядольными листьями, срез корня – на расстоянии 5 мм от корневой шейки (рис. 7).



Микропрепарат поперечного среза корня (контроль)

Микропрепарат поперечного среза стебля (контроль)

Микропрепарат поперечного среза корня (опыт)

Микропрепарат поперечного среза стебля (опыт)

Микропрепарат поперечного среза стебля (контроль от 15.04.2019)

Микропрепарат поперечного среза стебля (опыт от 15.04.2019)

Рис. 7. Влияние ОБП на анатомическое строение органов *F. excelsior*

Анализ микропрепаратов поперечных срезов корня и стебля *F. excelsior* контрольного и опытного вариантов дает возможность утверждать, что формирование гистологических компонентов контрольного и опытного вариантов протекает сходно, то есть, раствор компонентов ОБП на первых этапах роста и развития не оказывает негативного влияния.

Известно, эмбриональный этап у древесных пород, размножающихся семенами, завершается таким состоянием проростков, когда они имеют корень (первичное строение) и побег с семядольными листьями. Следующий этап онтогенеза древесного растения (в который только вступают растения *F. excelsior* L. контрольного и опытного вариантов) называется «ювенильный» – растение не имеет семядолей, осевая часть побега (стебель) неветвящаяся, листья ювенильной формы; корневая система имеет первичный корень и небольшое количество боковых побегов.

Результаты по изучению площади первой пары настоящих листьев (при наличии семядольных) контрольного и опытного варианта представлены в таблице 3.

Таблица 3

Влияние раствора компонентов ОБП на S настоящего листа (см²) проростков *F. Excelsior* L., выращенных из семян, заготовленных в период органического покоя (15.04.2019 г.)

Вариант	Дата заготовки семян /S наст. листьев см ²
	15.04.19
Контроль (H ₂ O dist.)	3,714
Опыт (0-0,20% раствор ОБП)	3,257

Как видно из табл. 3, S первой пары настоящих листьев 32-дневных проростков *F. excelsior* L. опытного варианта на 12% ниже контрольного, то есть, ОБП негативно влияет на онтогенез сеянцев, выращиваемых методом «почвенной» культуры. При этом в варианте с ОБП наблюдается некоторое ускорение прохождения проростками фенофаз. Так, у 5% проростков опытного варианта наблюдается появление третьей пары настоящих листьев, в контроле все проростки находятся в фазе появления второй пары настоящих листьев. Следует уточнить, что полученные результаты (согласно критерию Стьюдента) не являются достоверными.

Выводы:

1. Оксо-биоразлагаемый пластик (с добавками d2w) под действием света и кислорода на первом этапе аппликации в течение 2 лет распадается на мелкие фрагменты размером 1–5 мм.

2. Почва чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый и дерновая слаборазвитая песчаная почва после 90 дней аппликации с фрагментами ОБП содержат включения, которые закупоривают почвенные поры, ухудшая водно-воздушный режим и, как следствие, микробиологическую активность.

3. Физиологически зрелые семена («спелые») *F. excelsior L.*, находящиеся на маточном растении зимой, резко снижают всхожесть и имеют более длительный период прорастания.

4. Формирование гистологических компонентов корня и стебля проростков контрольного и опытного вариантов протекает сходно, то есть, раствор компонентов ОБП на первых этапах роста и развития не оказывает негативного влияния на проростки *F. excelsior L.*

Список литературы

1. ГОСТ 13056.6-97 «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести». – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 27 с.
2. Бахаева А.Н. Обзор оксо-биоразлагаемых добавок, используемых для утилизации упаковочных материалов / А.Н. Бахаева, С.К. Ивановский // Молодой ученый. – 2015. – №10. – С. 156–158.
3. Бахаева А.Н. Оксо-биоразлагаемые полимеры как материал для создания современной упаковки / А.Н. Бахаева, С.К. Ивановский // Молодой ученый. – 2015. – №5 (85). – С. 122–124.
4. Влияние химической деструкции на изменение физико-механических свойств упаковочных полимерных пленок с добавкой d2w / О.В. Ершова, Л.А. Бодьян, А.П. Пономарев, А.Н. Бахаева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1–1. – С. 1981.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г.Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
6. Никитский Ю.И. Декоративное древоводство / Ю.И. Никитский, Т.А. Соколова. – М. : Агропромиздат, 1990. – 249 с.

Kosogova T.M.,
Zholudeva I.D.,
Filatova M.A.

Influence of ecological factors on growth and development of *Fraxinus excelsior L.* in the conditions of «soil culture»

The effect of oxo-biodegradable plastic on the soil in which the seedlings of Fraxinus excelsior L were grown by the method of “soil culture” was studied. The results obtained give grounds to continue studying the effect of components of oxo-biodegradable plastic (with d2w additives) on organisms and ecosystems.

Key words: soil, oxo-biodegradable plastic, seeds, germination, seedlings, phenophases, shoot anatomy.

Фоминова Юлия Сергеевна,
ассистент кафедры биологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
vomlia@mail.ru

Инвазивный вид *Grindella squarrosa* (Pursh) Dunal. на территории Луганского геоботанического района

*В статье дана общая характеристика и особенности распространения инвазивного вида *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun. на территории Луганского геоботанического района.*

Ключевые слова: инвазивный вид, *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun., биологическая характеристика, особенности распространения, Луганский геоботанический район.

Внедрение (инвазия) чужеродных видов в естественные фитоценозы является в настоящее время значительной частью глобальных природных изменений и часто ведёт к существенным потерям биологического разнообразия и экономической значимости экосистем, подверженных биологическим инвазиям [2; 3; 4; 7; 12; 14].

Последствиями катастрофического антропогенного преобразования естественной среды является бесконтрольное распространение активных видов инвазивных растений, которые негативно влияют на состояние растительного покрова, провоцируя бесповоротные изменения на разных уровнях [3; 4; 7; 12; 14].

Разработка мер по предотвращению биологических инвазий, смягчению их последствий и мониторингу являются обязанностью всех стран, подписавших в 1992 году в Рио-де-Жанейро Конвенцию о биологическом разнообразии. В 1995 году Российская Федерация ратифицировала конвенцию по биологическому разнообразию, взяв при этом на себя ряд обязательств, в том числе обязательство по разработке национальной стратегии по сохранению биоразнообразия [3; 11].

Луганский геоботанический район относится к регионам с повышенной антропогенной нагрузкой на флору, так как данная территория еще с давних времен заселена и длительное время подвергается интенсивной хозяйственной деятельности, что приводит к постоянным изменениям плодородия и эрозированности этих почв. Это накладывает своеобразный отпечаток на характер распространения и натурализации адвентивных и местных видов растений [2; 12].

Материалом для настоящей работы послужили данные, собранные автором на территории Луганского геоботанического района в течение 2017–2020 гг. Нами были обследованы следующие сегетальные и рудеральные местообитания: посевы озимой пшеницы, подсолнечника, горчицы белой, обочины полевых, авто- и железных дорог, приусадебные и придомовые

участки, сорные места, пустыри, пастбища, по общепринятым методикам [9]. Описание растений проводили по методикам, принятым в ботанике [1; 8; 15]. Камеральные исследования включали анализ и изучение гербарных материалов региона и собственных сборов автора.

Гринделия растопыренная (*Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun.) является инвазивным видом североамериканского происхождения, который быстро расширяет свой ареал. Относится к экспансивным и прогрессирующим видам, которые представляют угрозу для стабильности природных флорокомплексов.

Вид полностью натурализовался в Калифорнии, России – Причерноморье, равнинной части Крымского полуострова, на юге Европы, Кавказе, Дальнем Востоке, Причерноморской низменности, южной части Приднепровской и Подольской возвышенностей. Активно распространяется в северном и западном направлениях [5; 6; 13].

Впервые описал и проиллюстрировал растение *Grindelia squarrosa*, как вид *Aster glutinosus* Cav., испанский ученый А.Ж. Cavanilles в 1793 г. в Королевском ботаническом саду в Мадриде – по гербарным образцам, которые были привезены из Мексики [5; 6; 13].

Свое название *G.squarrosa* получила в честь ученого ботаника и фармацевта, профессора Давида Гринделя [5; 6]. Род Гринделия (*Grindelia* Willd.) семейства Астровые (*Asteraceae*) включает около 50 видов, которые растут в диком виде в основном в странах Северной Америки [5; 6]. На территории России, Луганской и Донецкой Народной Республик встречается лишь один занесенный вид – гринделия растопыренная, или *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal [5; 6; 13].

Родина *G.squarrosa* – Северная Америка. В Европу проникла двумя способами, в качестве случайно занесенного растения и завезённого преднамеренно как лекарственное растение в начале XIX века.

На рубеже XIX и XX веков вид был известен из ботанических садов в г. Монпелье, Берлин или Кью. Первые записи о внешнем культивировании вида были получены из Бельгии в 1920 г., Литвы в 1946 г. [10].

На территории Северной Америки, до определенного времени вид произрастал «оседло», пока не началось освоение этих земель поселенцами. С помощью выделяемой ею липкой смолы прилипала к шерсти животных, одежде и обуви людей, тележкам и фургонам и т.д. Растение со временем добралось до Миссисипи, преодолело перевалы Аппалачских гор и остановилось на побережье Атлантического океана. В 30-е гг. XX в. *G.squarrosa* появилась в Европе, в частности, вблизи портов Николаева и Бердянска [5; 6; 13].

Впервые на территории Луганщины вид был обнаружен в окрестностях г. Славяносербска. Одним из первичных очагов его распространения считается приустьевая пойма реки Северский Донец. Вероятно, что вид существует со времен Второй Мировой войны, но впервые обнаружен здесь лишь в 1962 г. В городе была конная переправа, где животных кормили сеном, которое поставлялось из США. После войны вид распространился на пастбищах возле поселков Раевка, Желтое, Металлист, Сокольники Славяносербского района [6; 10].

С 1975 г. вид был обнаружен в окрестностях г. Торез, где растение было достаточно распространено в рудеральных местах на нарушенных почвах и пастбищах с различными типами почв. В 1984 г. вид зарегистрирован на газонах г. Шахтерск. Далее *G. squarrosa* железнодорожными путями распространилась практически по всей территории Донецка.

Вероятно, что на территорию России вид попал так же во время Великой Отечественной войны именно с сеном, которое поставляли из США для кормления лошадей. Этот факт подтверждается тем, что наиболее давние участки *G. squarrosa* находятся там, где сравнительно долго стояли обозы с сеном [5; 6; 13].

Гринделия растопыренная (*Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun.) – двулетнее или однолетнее травянистое растение семейства Астровые (*Asteraceae*) или *Compositae* (Сложноцветные)



Биоэкологическая характеристика вида *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal:

Цветки: желтые, в корзинках, которые образуют щитковидное или кистевидное соцветие. Красные цветки язычковые, бесполое до 12 мм длиной, срединные – трубчатые, обоеполые, с коротко-5-зубчатым отгибом. Корзинки до 3 мм в диаметре с голой, сильно клейкой многорядной оберткой, листочки которой с растопыренными кончиками.

Листья: светло-зеленые, сидячие, удлиненные, цельные, по краю мелко остропильчатые. Верхние листья короче нижних.

Высота: 60–70 см.

Стебель: прямостоячий или восходящий, в верхней части разветвленный, голый.

Корень: стержневой, веретеновидный, утолщенный.

Плоды: темно-коричневая семянка, слегка сплюснутая, длиной до 2 мм.

Время цветения и плодоношения: на второй год жизни в июне–сентябре, при комфортных погодных условиях – до октября; отдельные особи цветут в первый год жизни. Плоды начинают созревать в августе.

Минимальная температура прорастания семян $+2...4$ С, оптимальная $+18...22$ °С. Всходы из семян, а побеги от почек на корневой шейке появляются в апреле – мае, а также в конце лета – начале осени, летне-осенние перезимовывают.

По степени натурализации *G.squarrosa* является эпекофитом, по времени заноса – кенофитом, биоморфа (по Раункиеру) – гемикриптофит.

Нами было установлено, что вид *G.squarrosa* преимущественно занимает участки вдоль обочин авто - и железных дорог, пастбищ, пустырей, где формирует почти монодоминантные группировки, с проективным покрытием 50–60%. Может формировать сообщества, как с видами естественной: *Echium vulgare* L., *Medicago romanica* Prod., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Polygonum aviculare* L., *Tanacetum vulgare* L., так и адвентивной фракции флоры: *Cichorium intybus* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Portulaca oleracea*.

При обследовании приусадебных и придомовых участков, сорных мест нами были обнаружены единичные растения вида *G.squarrosa*, местами формирует группировки с такими видами: *Portulaca oleracea*, *Chenopodium album* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., проективным покрытием 35–35%. Мы предполагаем, что динамика распространения на данных участках имеет тенденцию к увеличению.

При исследовании посевов озимой пшеницы, подсолнечника и горчицы белой вдоль полевых дорог вид *G.squarrosa* нами не был обнаружен.

Grindelia squarrosa (Pursh) Dun., как объект ботаники и гербологии, непременно заслуживает изучения ее биологии и особенностей распространения со стороны ученых ботаников с целью мониторинга, прогнозирования и возможно предотвращения дальнейшего распространения вида по ряду причин.

Вид *G.squarrosa* имеет черты, характерные для сорных растений, в частности, длительное цветение, разнообразные приспособления для распространения семян, неприхотливость к условиям произрастания.

Отсутствие природных врагов и конкуренции приводит к интенсивному росту стебля и отрастанию боковых побегов, обеспечивая увеличение количества веток и повышения семенной продуктивности.

Нами сделано предположение о том, что будет происходить дальнейшее расселение вида на территории Луганского геоботанического района. Все это создает необходимость разработки мер по контролю численности данного вида.

Список литературы

1. Бахшиева С.С. Морфобиологическая характеристика *Grindelia integrifolia* Willd., выращиваемой на Апшеронском п-ве, и содержание эфирного

- масла в ней / С.С. Бахшиева, Ш.Р. Мамедова // Растительные ресурсы. – 1999. – Т. 27. – Вып. 3. – С. 78–80.
2. **Бурда Р.И.** Антропогенная трансформация флоры / Р.И. Бурда, Е.Н. Кондратюк. АН УССР. Донецкий ботанический сад. – К. : Наук. думка, 1991. – 168 с.
 3. **Виноградова Ю.К.** Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России) / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. – М. : ГЕОС, 2015. – 494 с.
 4. **Гельтман Д.В.** Понятие «инвазивный вид» и необходимость изучения этого явления / Д.В. Гельтман // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ : материалы научной конференции, Тула, 15–17 мая 2003 г. – Москва ; Тула : Гриф и К, 2003. – С. 35–36.
 5. **Гринделия растопыренная (*Grindelia squarrosa*):** лекарственные свойства. Интернет источник: <https://lektrava.ru/encyclopedia/grindeliya-rastopyrennaya>.
 6. **Гринделия растопыренная:** энциклопедия растений. Интернет источник: <https://www.asienda.ru/plants/grinderiya-rastopyrennaya>
 7. **Дгебуадзе Ю.Ю.** Проблемы инвазий чужеродных организмов / Ю.Ю. Дгебуадзе // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов : сборник материалов круглого стола в рамках Всероссийской конференции по экологической безопасности России (4–5 июня 2002 г.). – М. : МСОП ; ИПЭЭ РАН, 2002.
 8. **Доброчаева Д.Н.** Определитель высших растений Украины / Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др. – К. : Наук. думка, 1987. – 548 с.
 9. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
 10. **Капелев А.С.** Гринделия – ценное эфирномасличное растение / А.С. Капелев // Растит. ресурсы. – 1972. – Т.8. – Вып. 4. – С. 566–571.
 11. **Конвенция о биологическом разнообразии.** Интернет источник : <https://www.cbd.int/>
 12. **Протопопова В.В.** Синантропная флора Украины и пути ее развития / В.В. Протопопова – К. : Высшая школа, 1991. – 204 с.
 13. **Тамамшян С.Г.** Род Гринделия – *Grindelia* Willd. / С.Г. Тамамшян // Флора СССР. – 1959. – Т. 25. – С. 30–31.
 14. **Тохтарь В.К.** Глобальные инвазии адвентивных видов растений: проблемы и перспективы исследований / В.К. Тохтарь, С.А. Грошенко // Научные ведомости БелГу. Сер. Естественные науки. – 2008. – №7 (47). – Вып. 7. – С. 50–54.
 15. **Федоров А.А.** Атлас по описательной морфологии высших растений: цветков / А.А. Федоров, З.Т. Артюшенко. – Л. : АН СССР. – 1975. – 350 с.

Fominova Ju.S.

Invasive species *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal in Luhansk geobotanical region

*The article presents the general characteristics and distribution features of the invasive species *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun. on the territory of the Luhansk geobotanical region.*

Key words: *invasive species, *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun., biological characteristics, distribution features, Luhansk geobotanical region.*

МЕДИЦИНА

УДК 611.068-611.149

Андреева Ирина Владимировна,
д-р мед. наук, профессор,
профессор кафедры урологии
с курсом хирургических болезней
ФГБОУ ВО «РязГМУ» Минздрава России
(г. Рязань),
prof.andreeva.irina.2012@yandex.ru

Виноградов Александр Анатольевич,
д-р мед. наук, профессор,
профессор кафедры сердечно-сосудистой,
рентгенэндоваскулярной, оперативной
хирургии и топографической анатомии
ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России
(г. Рязань),
alexanvin@yandex.ru

Симакова Евгения Сергеевна,
соискатель кафедры нормальной физиологии
с курсом психофизиологии
ФГБОУ ВО «РязГМУ» Минздрава России
(г. Рязань),

Телия Владимир Демуриевич,
соискатель кафедры нормальной физиологии
с курсом психофизиологии
ФГБОУ ВО «РязГМУ» Минздрава России
(г. Рязань).

Возрастные изменения диаметра воротной вены и массы животного в процессе 75-суточного наблюдения

С помощью ультразвуковой доплерометрии изучены возрастные изменения диаметра воротной вены печени у интактных беспородных крыс в условиях 75-суточного наблюдения. Сопоставительный анализ экспозиционных изменений диаметра воротной вены с массой животного выявил прямую пропорциональную зависимость изменения диаметра воротной вены от изменения массы животного. При сравнении процентного увеличения массы животного с процентным увеличением диаметра воротной вены установлено, что эти величины находятся в прямой пропорциональной зависимости с разностью от 1,896 раза до 2,753 раза ($2,443 \pm 0,220$ раза).

Ключевые слова: *возрастные изменения, воротная вена печени, масса животного, ультразвуковая доплерометрия.*

В большинстве исследований применяют сопоставительный анализ изменения изучаемых показателей при экспериментальном действии на органы и системы лабораторных животных контрольной и опытной групп. Как правило, экспозиция таких экспериментов может длиться до 60 и более суток. Поэтому для достоверной интерпретации экспериментальных данных необходимо выделение контрольной (интактной) группы животных для возможного определения возрастных изменений в изучаемых органах и системах организма животных за период проведения экспериментов у животных опытной группы. Такой подход к экспериментальным исследованиям дает возможность достоверно определить изменения в изучаемых органах и системах лабораторных животных опытной группы [2; 3].

Актуальной является достоверная информация о качественных и количественных возрастных изменениях в органах и системах лабораторных животных, например крыс [1].

Цель работы: определить возрастную экспозиционную динамику диаметра воротной вены и массы животного при 75-суточном наблюдении.

Исследование проведено в осенне-зимний период на 20 молодых беспородных (14–16 месяцев) белых крысах-самцах с массой до 215,0 г. Выбор животных продиктован особенностями методологического подхода к решению поставленных цели и задач. Количество животных, на которых проводились эксперименты, определяли с учетом статистического критерия достоверности.

Животные содержались в условиях вивария на стандартном рационе. Уход за животными (включая анестезию и эвтаназию) осуществляли согласно имеющимся приказам, которые регламентируют организацию работы с использованием экспериментальных животных. Были соблюдены принципы «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей».

Для визуализации структуры печени и морфофункциональных показателей в системе сосудов воротной вены (ВВ) используют ультразвуковое исследование с доплеровским сканированием сосудов, что, по мнению В.В. Митькова (2000), В.Г. Лелюк и С.Э. Лелюк (2003), является «золотым» стандартом для выявления нарушений кровотока в печени и в системе сосудов ВВ.

Под общим наркозом (золетил 1,0 мг/100 г, внутримышечно), с помощью ультразвуковой доплерометрии ультразвуковым сканером Sonoace-8000 (Medison, Южная Корея) с линейным датчиком 7,5 МГц идентифицировали ВВ в воротах печени как трубчатое анэхогенное образование с тонкой гиперэхогенной стенкой. В режиме цветного доплеровского картирования в проекции ВВ визуализировали цветовой сигнал. Определяли количественные и качественные показатели гемодинамик в ВВ. Из количественных показателей были изучены возрастные изменения диаметра ВВ через 15, 30, 45, 68 и 75 суток от начала исследования. Одновременно определяли массу животного.

Полученные данные анализировались и обрабатывались статистически с помощью лицензионной программы Microsoft Excel for MACver. 16.24 (ID 02984-001-000001). Определяли: среднюю арифметическую выборки (M); ошибку средней арифметической выборки ($\pm m$); вероятность ошибки (p); коэффициент корреляции (R_{xy}); ошибку коэффициента корреляции

($\pm r_{xy}$); квартиль – отношение медианы к максимальному и минимальному показателям выборки (δ), U-критерий Манна-Уитни.

В процессе исследования установлено незначительное увеличение диаметра (D) ВВ у животных КГ. В начале наблюдения (исходный показатель) D ВВ был в пределах $0,0858 \pm 0,0009$ см. Через 15 суток D ВВ составил $0,0894 \pm 0,0008$ см ($p=0,02$). Через 30 суток D ВВ увеличивался до $0,0910 \pm 0,0006$ см ($p=0,001$), а через 45 суток – до $0,0949 \pm 0,0021$ см ($p=0,003$). К 60-м суткам от начала исследования D ВВ был в пределах $0,0970 \pm 0,0016$ см ($p<0,001$). К 75 суткам наблюдения D ВВ доходил до $0,0995 \pm 0,0025$ см ($p=0,001$).

Статистические исследования: 1) квартиль – числовые значения в пределах 25%, 50% и 75% выборки были допустимы при сравнении медианы с минимальными и максимальными значениями выборки; 2) U-критерий Манна-Уитни – эмпирическое значение ($U_{\text{эмп}}$) было в пределах значимости во все сроки наблюдения; 3) коэффициент корреляции (R) и его ошибка ($\pm r$) указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения D ВВ с экспозицией наблюдения за животными.

Фактически динамика увеличения D ВВ от 15 до 75 суток наблюдения была в пределах сотых долей сантиметра, но в процентном отношении этот показатель был значительней.

Уже через 15 и 30 суток D ВВ животных КГ увеличивался на $3,98 \pm 0,249\%$ ($p=0,92$) и $6,0 \pm 0,456\%$ ($p=0,14$). Однако эти показатели не имели критерий достоверности. Через 45 суток D ВВ в сравнении с исходным показателем увеличивался на $10,57 \pm 1,59\%$ ($p<0,001$), а к 60 и 75 суткам – на $12,97 \pm 0,96\%$ ($p<0,001$) и на $15,80 \pm 1,82\%$ ($p<0,001$).

Статистические исследования процентного увеличения D ВВ при 75-суточном наблюдении за животными КГ имели следующие значения: 1) квартиль – числовые значения были допустимы при сравнении медианы с минимальными и максимальными значениями выборки; 2) U-критерий Манна-Уитни – через 15 суток $U_{\text{эмп}}=10$ при $U_{\text{кр.}} 3-7$, через 30 суток $U_{\text{эмп}}=2$ в остальные сроки наблюдения $U_{\text{эмп}}=0$; 3) коэффициент корреляции (R) и его ошибку ($\pm r$) указывали на прямую, сильную и достоверную связь процентного увеличения D ВВ с экспозицией наблюдения за животными.

Проведенный 75-суточный анализ результатов изучения динамики изменения D ВВ животных КГ определил возрастное увеличение его от $0,0858 \pm 0,0009$ см, определенного в начале исследования, до $0,0995 \pm 0,0025$ см при завершении исследования. Фактически D ВВ увеличивался на $0,0136 \pm 0,0027$ см (0,14 мм) или на $15,80 \pm 1,82\%$. По-видимому, увеличение D ВВ происходило вследствие увеличения массы (m) животного.

В начале наблюдения m животных КГ составляла $214,3 \pm 0,80$ г. В процессе наблюдения у животных КГ m увеличивалась. Через 15 суток m животных составляла $232,3 \pm 3,92$ г ($p<0,002$), 30 суток – $248,8 \pm 4,16$ г, 45 суток – $269,8 \pm 8,0$ г ($p<0,001$), 60 суток – $282,3 \pm 5,52$ г ($p<0,001$) и к 75 суткам – $307,7 \pm 6,96$ г ($p<0,001$).

Статистические исследования: 1) квартиль – числовые значений выборки были в допустимых пределах; 2) U-критерий Манна-Уитни – эмпирическое

значение ($U_{эмп}$) было в пределах значимости во все сроки наблюдения, при этом на 15 сутки $U_{эмп} = 2,5$ при $U_{кр.} = 3-7$; 3) коэффициент корреляции (R) и его ошибку ($\pm r$) указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения D ВВ животного с экспозицией наблюдения за животными.

При сравнении процентного увеличения m животного с процентным увеличением D ВВ установлено, что эти величины находятся в прямой пропорциональной зависимости с разностью от 1,896 раза до 2,753 раза ($2,443 \pm 0,220$ раза).

Выводы. Проведенное исследование позволило определить возрастные изменения D ВВ у животных КГ в условиях 75-суточного наблюдения. Проведенный сопоставительный анализ экспозиционного изменения D ВВ и m животного выявил прямую пропорциональную зависимость изменения D ВВ от изменения m животного.

Список литературы

1. **Андреева И.В.** Атлас нормальной и ультразвуковой анатомии живота крысы / И.В. Андреева, А.А. Виноградов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 175 с.
2. **Андреева И.В.** Влияние экспериментальной портальной гипертензии на развитие гастроэнтероколонопатии / И.В. Андреева, А.А. Виноградов // Факультетская клиника: сб. науч. тр., посвященный юбилею Заслуженного деятеля науки РФ, проф. Гармаша В.Я. – Рязань: РИО УМУ, 2016. – С. 26–30.
3. **Виноградов А.А.** Качественно-количественные показатели портальной гемодинамики при развитии цирроза печени (экспериментальное исследование) / А.А. Виноградов, И.В. Андреева // Актуальные вопросы совершенствования медицинской помощи и профессионального медицинского образования: сборник тезисов медицинского форума / под ред. проф. О.А. Ефремовой. – Белгород : Белгород ; НИУ БелГУ, 2016. – С. 79–81.

**Andreeva I.V.,
Vinogradov A.A.,
Simakova E.S.,
Telia V. D.**

Age-related changes in the portal vein diameter and animal mass during 75-day observation

Age-related changes in the diameter of the portal vein of the liver in intact mongrel rats under 75-day observation were studied using ultrasound Dopplerometry. A comparative analysis of the exposure changes in the diameter of the portal vein with the mass of the animal revealed a direct proportional dependence of the change in the diameter of the portal vein on the change in the mass of the animal. When comparing the percentage increase in the mass of the animal with the percentage increase in the diameter of the portal vein, it was found that these values are in direct proportion with a difference from 1.896 times to 2.753 times (2.443 ± 0.220 times).

Key words: age-related changes, portal vein of the liver, animal mass, ultrasound Dopplerometry.

Виноградов Александр Анатольевич,
д-р мед. наук, профессор,
профессор кафедры сердечно-сосудистой,
рентгенэндоваскулярной, оперативной
хирургии и топографической анатомии
ФГБОУ ВО «РязГМУ» Минздрава России
(г. Рязань)
alexanvin@yandex.ru

Андреева Ирина Владимировна,
д-р мед. наук, профессор,
профессор кафедры урологии
с курсом хирургических болезней
ФГБОУ ВО «РязГМУ» Минздрава России
(г. Рязань),
prof.andreeva.irina.2012@yandex.ru

Симакова Евгения Сергеевна,
соискатель кафедры нормальной физиологии
с курсом психофизиологии
ФГБОУ ВО «РязГМУ» Минздрава России
(г. Рязань)

Телия Владимир Демурьевич,
соискатель кафедры нормальной физиологии
с курсом психофизиологии
ФГБОУ ВО «РязГМУ» Минздрава России
(г. Рязань)

Возрастные изменения систолической и диастолической линейной скорости кровотока в воротной вене в зависимости от изменения ее диаметра

С помощью ультразвуковой доплерометрии изучены возрастные изменения систолической и диастолической линейной скорости кровотока в воротной вене печени и диаметра воротной вены у интактных беспородных крыс в условиях 75-суточного наблюдения. Установлено, что линейная систолическая и диастолическая скорость кровотока в воротной вене зависит от диаметра воротной вены в обратной пропорциональной зависимости – с увеличением диаметра воротной вены уменьшается линейная систолическая и диастолическая скорости кровотока.

Ключевые слова: *возрастные изменения, воротная вена печени, линейная скорость кровотока в воротной вене, ультразвуковая доплерометрия.*

Средняя линейная скорость кровотока (V_{cp}) в воротной вене (ВВ) зависит от систолической (V_s) и диастолической (V_d) скоростей линейного кровотока, которые определяются при ультразвуковом доплеровском сканировании ВВ. В частности, параметры V_s и V_d являются основополагающими не только для определения V_{cp} в ВВ, но и для расчета систолическо-диастолического коэффициента (S/D), индекса резистентности (RI), отражающего разницу между фазами сердечного цикла (систолой и диастолой), и индекса спектрального расширения (ИСП) – важнейшего показателя организованности потока крови. ИСП имеет преимущества перед S/D и RI как более объективный показатель. В этой связи необходимы объективные критерии изменения V_s и V_d в процессе наблюдения за лабораторными животными, например, крысами, которые наиболее часто используют в экспериментальных исследованиях. Как правило, экспозиция таких экспериментов может длиться до 60 суток и более. Поэтому для достоверной интерпретации экспериментальных данных выделяют контрольную (интактную) группу животных для возможного определения возрастных изменений в изучаемых органах и системах организма животных за период проведения экспериментов у животных опытной группы. Это позволяет достоверно определить изменения в изучаемых органах и системах лабораторных животных опытной группы. Актуальной является достоверная информация о количественных и качественных возрастных изменениях изучаемых параметров [1-5].

Цель работы – определить возрастную экспозиционную динамику скорости систолического и диастолического кровотока в воротной вене у интактных животных в процессе 75-суточного наблюдения и ее связь с изменением диаметра воротной вены.

Исследование проведено в осенне-зимний период на 20 молодых беспородных (14–16 месяцев) белых крысах-самцах массой до 215,0 г. Выбор животных продиктован особенностями методологического подхода к решению поставленных цели и задач. Количество животных, на которых проводились эксперименты, определяли с учетом статистического критерия достоверности.

Животные содержались в условиях вивария на стандартном рационе. Уход за животными (включая анестезию и эвтаназию) осуществляли согласно имеющимся приказам, которые регламентируют организацию работы с использованием экспериментальных животных. Были соблюдены принципы «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей».

Для визуализации структуры печени и морфофункциональных показателей в системе сосудов ВВ используют ультразвуковое исследование с доплеровским сканированием сосудов, что, по мнению В.В. Митькова (2000), В.Г. Лелюк и С.Э. Лелюк (2003), является «золотым» стандартом для выявления нарушений кровотока в печени и в системе сосудов ВВ.

Под общим наркозом (золетил 1,0 мг/100 г, внутримышечно) с помощью ультразвуковой доплерометрии ультразвуковым сканером Sonoace-8000 (Medison, Южная Корея) с линейным датчиком 7,5 МГц идентифицировали ВВ в воротах печени как трубчатое анэхогенное образование с тонкой гиперэхогенной стенкой. В режиме цветного доплеровского картирования в

проекции ВВ визуализировали цветовой сигнал. Определяли количественные и качественные показатели гемодинамики в ВВ. Из количественных показателей были изучены возрастные изменения диаметра ВВ, а также V_s и V_d через 15, 30, 45, 68 и 75 суток от начала исследования.

Полученные данные анализировались и обрабатывались статистически с помощью лицензионной программы Microsoft Excel for MAC ver. 16.24 (ID 02984-001-000001). Определяли: среднюю арифметическую выборки (M); ошибку средней арифметической выборки ($\pm m$); вероятность ошибки (p); коэффициент корреляции (R_{xy}); ошибку коэффициента корреляции ($\pm r_{xy}$); квартиль – отношение медианы к максимальному и минимальному показателям выборки (δ), U-критерий Манна-Уитни.

В начале наблюдения (исходный показатель) V_s в ВВ была в пределах $9,87 \pm 0,076$ см/с. Через 15 суток V_s в ВВ составил $9,76 \pm 0,018$ см/с ($p=0,19$). Через 30 суток V_s в ВВ практически не изменялась ($9,75 \pm 0,017$ см/с при $p=0,16$), а через 45 суток была в пределах $9,72 \pm 0,018$ см/с ($p=0,09$). К 60-м суткам от начала исследования V_s в ВВ уменьшалась до $9,69 \pm 0,019$ см/с ($p=0,05$). К 75 суткам наблюдения V_s в ВВ доходил до $9,66 \pm 0,017$ см/с ($p=0,03$). Статистические исследования: 1) квартиль – числовые значений в пределах 25%, 50% и 75% выборки были допустимы при сравнении медианы с минимальными и максимальными значениями выборки; 2) U-критерий Манна-Уитни – эмпирическое значение ($U_{эмп}$) на 15 и 30 сутки были в зоне неопределенности, а в остальные сроки наблюдения – пределах значимости; 3) коэффициент корреляции (R) и его ошибка ($\pm r$) указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения V_s в ВВ с экспозицией наблюдения за животными.

В начале наблюдения V_d в ВВ был в пределах $4,93 \pm 0,0816$ см/с. Через 15 суток V_d в ВВ составил $4,65 \pm 0,020$ см/с ($p=0,009$). К 30 суткам V_d в ВВ была в пределах $4,63 \pm 0,0199$ см/с ($p=0,006$), а через 45 суток – $4,59 \pm 0,0198$ см/с ($p=0,003$). К 60-м суткам от начала исследования V_d в ВВ составляла $4,58 \pm 0,0197$ см/с ($p=0,003$), а к 75 суткам наблюдения – $4,57 \pm 0,0197$ см/с ($p=0,002$).

Статистические исследования: 1) квартиль – числовые значений в пределах 25%, 50% и 75% выборки были допустимы при сравнении медианы с минимальными и максимальными значениями выборки; 2) U-критерий Манна-Уитни – эмпирическое значение ($U_{эмп}$) на 15 сутки был 0,5 при $U_{кр.} = 3-7$, а в остальные сроки наблюдения $U_{эмп} = 0$; 3) коэффициент корреляции (R) и его ошибка ($\pm r$) указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения V_d в ВВ с экспозицией наблюдения за животными.

Оказалось, что к 75 суткам наблюдения V_s и V_d в ВВ уменьшались на $2,22 \pm 0,561\%$ ($p < 0,001$; $U=0$; $R_{xy} \pm r_{xy} = 0,985 \pm 0,077$) и $6,99 \pm 1,279\%$ на ($p < 0,001$; $U=0$; $R_{xy} \pm r_{xy} = 0,874 \pm 0,217$) соответственно. Уменьшение систолической и диастолической скорости линейного кровотока в ВВ было связано с увеличением диаметра ВВ, который к 75 суткам наблюдения увеличивался на $15,80 \pm 1,82\%$ ($p < 0,001$).

Выводы. Линейная систолическая и диастолическая скорость кровотока в воротной вене зависит в обратной пропорциональной зависимости от диаметра воротной вены – с увеличением диаметра воротной вены уменьшается линейная систолическая и диастолическая скорости кровотока.

Список литературы

1. **Андреева И.В.** Атлас нормальной и ультразвуковой анатомии живота крысы / И.В. Андреева, А.А. Виноградов. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 175 с.
2. **Андреева И.В.** Ультразвуковые критерии диагностики скрытой портальной гипертензии при хронических диффузных заболеваниях печени / И.В. Андреева, А.А. Виноградов // Актуальные вопросы совершенствования медицинской помощи и профессионального медицинского образования : сборник тезисов медицинского форума / под ред. проф. О.А. Ефремовой. – Белгород : Белгород ; НИУ БелГУ, 2016. – С. 3–5.
3. **Андреева И.В.** Изменение показателей гемодинамики воротной вены при развитии цирроза печени / И.В. Андреева, А.А. Виноградов, Е.С. Симакова, Р.Ю. Симаков // Доказательная гастроэнтерология. – 2020. – Т. 9, №1. – Выпуск 2. – С. 18–19.
4. **Калинин Р.Е.** Клиническая анатомия системы воротной вены / Р.Е. Калинин, И.В. Андреева, А.А. Виноградов и др. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 160 с.
5. **Рубцова М.А.** Состояние печеночной гемодинамики у спортсменов высшей квалификации / М.А. Рубцова // Теор. и практ. физ. культ. – 1997. – №4. – С. 15–18.

**Vinogradov A.A.,
Andreeva I.V.,
Simakova E.S.,
Telia V.D**

Age-related changes in systolic and diastolic linear blood flow velocity in the portal vein depending on changes of its diameter

Age-related changes in the systolic and diastolic linear velocity of blood flow in the portal vein of the liver and the diameter of the portal vein in intact mongrel rats under 75-day observation were studied using ultrasound Dopplerometry. We conclude that the linear systolic and diastolic velocity of blood flow in the portal vein depends on inverse proportion to the diameter of the portal vein – with an increase in the diameter of the portal vein, the linear systolic and diastolic velocity of blood flow decreases.

Key words: *age-related changes, portal vein of the liver, linear velocity of blood flow in the portal vein, ultrasound Dopplerometry.*

УДК 579:616.5-002.3

Крадинова Елена Алексеевна,
д-р мед. наук, профессор кафедры лучевой
диагностики и лучевой терапии
Медицинской академии имени С.И. Георгиевского
(структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ
имени В.И. Вернадского»,
Симферополь – Евпатория, Республика Крым, Россия
kradinova2007@rambler.ru

Волобуева Лариса Николаевна,
канд. мед. наук, доцент,
доцент кафедры микробиологии и вирусологии
ГУ ЛНР «ЛГМУ имени Святителя Луки»
Volobuevaln@mail.ru

Левенец Сергей Валентинович,
канд. мед. наук, доцент,
доцент кафедры лабораторной диагностики,
анатомии и физиологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
svlev1@mail.ru

Клинико-лабораторное обоснование использования амизона при распространенных пиодермиях

В статье освещается влияние амизона на клиническое течение и иммунные показатели при различных формах распространенных пиодермий. Использование амизона при пиодермиях, вызванных преимущественно стафилококками, способствовало более быстрому купированию клинических проявлений болезни по сравнению с группой пациентов, получавших только общепринятое лечение. Впервые дано патогенетическое обоснование применения индуктора продукции эндогенного интерферона – амизона при распространенных пиодермиях.

Ключевые слова: *распространенные пиодермии, амизон, фагоцитарный индекс, иммуноглобулины.*

Клинико-иммунологические, электронно-микроскопические и бактериологические исследования, проведенные в последние годы, позволили в целом расширить представления о состоянии иммунологической реактивности организма больных, страдающих пиодермиями, и выявить некоторые особенности течения данных заболеваний [3; 5; 6].

Наиболее сложным и далеко не разрешенным аспектом проблемы пиодермий является их лечение. Это объясняется изменчивостью и лабильностью вирулентных, антигенных и иммуногенных свойств возбудителей, а также сложной иммуноаллергической перестройкой организма больного. Представлены данные о состоянии показателей неспецифической и специфической ре-

зистентности организма при различных гнойно-воспалительных заболеваниях кожи. Так, [2] приводят данные о дисбалансе иммунных показателей как клеточного, так и гуморального звена антигенспецифической защиты. Существенное влияние на реактивность больных хронической пиодермией оказывает интоксикация организма бактериальными токсинами и продуктами аутолиза тканей, которые проникают из очагов поражения в общий кровоток. Вследствие этого возникают различные метаболические расстройства (гипопротеинемия, гипоальбуминемия, нарушение кислотно-основного состояния) [4].

Выявленные нарушения метаболических процессов, которые сопровождают течение распространенных пиодермий, а также их влияние на иммунный статус, являются основанием включения в комплексную терапию пиодермий препаратов антиоксидантного и иммунокорректирующего действия.

Цель исследования – изучить влияние амизона на клиническое течение и иммунные показатели при различных формах распространенных пиодермий.

Под нашим наблюдением находилось 135 больных пиодермиями, в том числе 93 мужчины (68,9%) и 42 женщины (31,1%), находившихся на лечении в дерматологическом отделении областного кожно-венерологического диспансера г. Луганска (летне-осенний сезон).

Фагоцитарную активность моноцитов определяли путем внесения микронуклеаров в концентрации 2×10^6 /мл в 2–2,5 мл среды 199 в микрочашечки Петри из тонкого стекла диаметром 4 см, добавляли 0,5 мл свежеприготовленной рабочей взвеси суточной культуры золотистого стафилококка, содержащей по оптическому стандарту 1,5 млрд. микробных клеток в 1 мл, после чего закрытые чашки Петри инкубировали в термостате при 37°C в течение 1 ч. После извлечения чашек Петри из термостата их осторожно трехкратно промывали стерильным 0,9%-ным раствором натрия хлорида, при этом лимфоциты удаляли с промывным раствором. Чашки Петри подсушивали в термостате: находившиеся на их дне клетки фиксировали метанолом и окрашивали по Май-Грюнвальду или Романовскому-Гимзе. Моноциты составляли 95–98% прилипших к дну чашек Петри клеточных элементов. Подсчитывали фагоцитарный индекс (ФИ), процент фагоцитирующих моноцитов, фагоцитарное число (ФЧ), количество поглощенных стафилококков на 1 моноцит.

Исследования ЦИК осуществляли методом преципитации с 2,5%-ным, 4,3%-ным и 7%-ным растворами полиэтиленгликоля (ПЭГ) Digeon et al. Результаты учитывали на спектрофотометре при длине волны 300 нм.

Количественное определение иммуноглобулинов проводили методом радиальной иммунодиффузии в геле. В основу этого метода положен метод Mancini, при котором измеряют диаметр кольца преципитации, образующегося при внесении исследуемой сыворотки в лунки, вырезанные в слое агара, в котором предварительно диспергирована моноспецифическая сыворотка.

Все больные получали базовую терапию, включающую антибактериальные препараты с учетом чувствительности выделенной культуры, местное лечение очагов поражения. В дополнение к указанной терапии больные опытной группы получали амизон в суточной дозировке 750 мг, в течение 5-ти дней.

Результаты исследования терапевтической эффективности амизона при пиодермиях представлены в таблицах.

Таблица 1

**Влияние амизона на клинические показатели у больных
поверхностными пиодермиями, вызванными эндогенными
стафилококками (сут.)**

Признак	Контрольная группа (n=37)	Основная группа (n=34)
Прекращение появления первичных очагов	3,7±0,25	1,8±0,16*
Очищение очагов	5,6±0,3	3,0±0,18*
Уменьшение воспалительных явлений	7,3±0,45	4,8±0,3*
Полное разрешение процесса	11,2±0,8	7,4±0,5*

Примечание: *- p<0,05; p рассчитано между контрольной и основной группами

Как следует из приведенных в табл. 1 материалов, использование амизона при поверхностных пиодермиях, вызванных преимущественно стафилококками эндогенного происхождения, способствовало более быстрому купированию клинических проявлений болезни по сравнению с группой пациентов, получавших только общепринятое лечение. Так, прекращение появления новых гнойно-воспалительных очагов у леченных амизоном наступало на 2 дня раньше, очищение очагов и выраженное уменьшение воспалительных явлений – более чем на 2 дня. Полное разрешение процесса наступало к 7-му дню лечения против 11-ти дней при использовании только базисной терапии (сокращение на 4 дня).

Позитивная динамика изменений при включении амизона в схему лечения, регистрировалась и в группе больных глубокими формами пиодермии, обусловленными экзогенными стафилококками либо же их ассоциациями с эндогенными сапрофитами (табл. 2). Появление новых очагов гнойного воспаления кожи прекращалось ко 2-му дню лечения, очищение элементов сыпи наступало на 3 дня раньше, чем в контрольной группе, уменьшение воспалительных явлений и полное разрешение процесса – на 2 и 5 дней соответственно.

Таблица 2

**Влияние амизона на клинические показатели у больных глубокими
пиодермиями, вызванными экзогенными стафилококками и их
ассоциациями с эндогенными стафилококками (сут.)**

Признак	Контрольная группа (n=31)	Основная группа (n=33)
Прекращение появления первичных очагов	5,2±0,3	3,0±0,2*
Очищение очагов	7,5±0,4	4,7±0,25*
Уменьшение воспалительных явлений	9,7±0,6	7,5±0,35*
Полное разрешение процесса	18,5±1,2	13,4±0,8*

Примечание: *- p< 0,05; p рассчитано между контрольной и основной группами

С целью исследования отдаленных результатов проводимой терапии все пациенты, страдающие пиодермиями, после выписки из стационара были подвергнуты диспансерному наблюдению, проводимому в течение 1 года. В периоде диспансеризации проводилось комплексное клиничко-лабораторное обследование, включавшее сбор анамнестических данных, клинический осмотр, общие анализы крови и мочи, в ряде случаев проводилось также изучение иммунных и биохимических показателей.

Диспансерное наблюдение показало, что в течение 6 мес. после выписки из стационара частота рецидивов у больных поверхностными пиодермиями, обусловленными стафилококками эндогенного происхождения, получавших дополнительно амизон, снизилась в 2,4 раза по сравнению с соответствующей контрольной группой. У пациентов с глубокими пиодермиями, вызванными экзогенными стафилококками или их ассоциациями с эндогенными, также леченных амизоном, кратность снижения рецидивов болезни составила 1,9 раза.

Через год диспансерного наблюдения частота рецидивов в основной группе лиц, страдающих поверхностными пиодермиями, была ниже, чем в группе сравнения, в 1,7 раза, при глубоких пиодермиях – в 1,4 раза.

Таким образом, дополнительное использование амизона в комплексной терапии пиодермий оказывает более выраженный терапевтический эффект по сравнению с общепринятым лечением. Это проявляется как в позитивной динамике исчезновения клинических проявлений заболеваний, так и в уменьшении частоты рецидивов болезни.

Использование амизона при поверхностных пиодермиях, вызванных преимущественно эндогенными стафилококками, способствовало увеличению количества фагоцитирующих клеток, а также среднего количества поглощенных бактериальных тел на клетку (табл. 3). Так, среднее значение ФИ в основной группе больных поверхностными пиодермиями составило $30,2 \pm 2,0\%$, а ФЧ - $3,1 \pm 0,16$ ед. против $24,7 \pm 1,7$ и $2,6 \pm 0,18$ ед. в контрольной группе соответственно (различие статистически достоверно).

Таблица 3

Влияние амизона на иммунный статус больных поверхностными пиодермиями, вызванными эндогенными стафилококками

Показатели	Контрольная группа (n=37)		Основная группа (n=34)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
ЦИК общ., г/л	$3,2 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,1$	$3,4 \pm 0,12$	$2,05 \pm 0,1^*$
ЦИК кр., г/л	$1,6 \pm 0,12$	$1,55 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,08$	$1,3 \pm 0,07^*$
ЦИК сред., г/л	$0,9 \pm 0,055$	$0,68 \pm 0,05$	$1,10 \pm 0,06$	$0,45 \pm 0,02^*$
ЦИК мелк., г/л	$0,6 \pm 0,04$	$0,36 \pm 0,03$	$0,8 \pm 0,05$	$0,3 \pm 0,014$
IgA, г/л	$1,7 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,15$	$1,6 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,12$
IgM, г/л	$1,15 \pm 0,06$	$1,4 \pm 0,11$	$1,05 \pm 0,05$	$1,6 \pm 0,08$
IgG, г/л	$8,0 \pm 0,44$	$8,5 \pm 0,4$	$7,8 \pm 0,35$	$9,0 \pm 0,45$
ФИ	$19,0 \pm 1,0$	$24,7 \pm 1,7$	$18,8 \pm 0,9$	$30,2 \pm 2^*$
ФЧ	$2,2 \pm 0,11$	$2,6 \pm 0,18$	$2,05 \pm 0,1$	$3,1 \pm 0,16^*$

Примечание: * - $p < 0,05$; p рассчитано между контрольной и основной группами

Под влиянием амизона происходило более выраженное уменьшение в крови больных поверхностными пиодермиями концентрации ЦИК, а также наблюдалась нормализация их фракционного состава. В частности, уровень общих ЦИК в основной группе был на 0,5 г/л меньше такового в контрольной группе ($p < 0,001$), а сумма наиболее патогенных средних и мелких иммунных комплексов – на 0,3 г/л ($p < 0,05$).

Назначение амизона сопровождалось увеличением в крови больных поверхностными пиодермиями концентраций иммуноглобулинов, однако их различия с аналогичными показателями в контрольной группе были недостоверны.

Результаты исследования иммунного статуса у больных глубокими формами пиодермии, вызванными экзогенными стафилококками и их ассоциациями с эндогенными, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние амизона на иммунный статус больных глубокими пиодермиями, вызванными экзогенными стафилококками и их ассоциациями с эндогенными стафилококками

Показатели	Контрольная группа (n=31)		Основная группа (n=33)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
ЦИК общ., г/л	4,1±0,2	3,0±0,12	4,0±0,24	2,34±0,13*
ЦИК кр., г/л	1,35±0,07	1,5±0,08	1,5±0,09	1,25±0,07*
ЦИК сред., г/л	1,6±0,08	0,94±0,05	1,4±0,07	0,55±0,035*
ЦИК мелк., г/л	0,95±0,05	1,06±0,05	1,1±0,06	0,54±0,04
IgA, г/л	1,27±0,06	1,7±0,09	1,30±0,08	1,9±0,1
IgM, г/л	0,8±0,04	1,1±0,07	0,75±0,04	1,5±0,12
IgG, г/л	7,0±0,3	7,8±0,36	6,7±0,4	8,5±0,45
ФИ	11,2±0,6	18,5±0,9	12,0±0,7	25,7±1,2*
ФЧ	1,5±0,13	2,3±0,11	1,6±0,1	2,9±0,14*

Примечание: * - $p < 0,05$; р рассчитано между контрольной и основной группами

Как следует из приведенных в табл. 4 материалов, включение амизона в комплексную терапию указанной формы гнойничкового поражения кожи приводило к наиболее выраженному иммунокорректирующему эффекту по сравнению с пациентами, получавшими только базисную терапию. Суммарно позитивные изменения в иммунном статусе выражались в уменьшении Т-лимфопении, увеличении абсолютного количества Т-хелперов/индукторов, нормализации у подавляющего большинства обследованных иммунорегуляторного индекса CD4/CD8. Кроме того, отмечалось достоверное ($p < 0,001$) повышение уровня В-лимфоцитов, натуральных киллеров, фагоцитарной активности моноцитов периферической крови, существенно уменьшалась выраженность аутоиммунных реакций к дермальному и тимусному антигенам. В то же время, сенсбилизация иммуноцитов к стафилококковому антигену,

несмотря на значительное уменьшение по сравнению с больными контрольной группы, оставалась достаточно выраженной. Под влиянием комплексной терапии с включением амизона у больных глубокими формами пиодермии, обусловленными преимущественно стафилококками экзогенного происхождения, зарегистрированы более низкие концентрации ЦИК, а также более значительное улучшение их фракционного состава. У больных контрольной группы динамика изменений иммунных показателей была менее значительной.

Выводы:

1. Доказана клиническая эффективность амизона при распространенных пиодермиях.
2. Разработана схема клинического применения амизона при различных клинических формах пиодермий.
3. Показана иммуномодулирующая эффективность амизона при распространенных пиодермиях.
4. Впервые обосновано применение индуктора продукции эндогенного интерферона – амизона при распространенных пиодермиях.

Список литературы

1. **Родионов А.Н.** Дерматовенерология. Полное руководство для врачей / А.Н. Родионов. – СПб : Наука и техника, 2012. – 1200 с.
2. **Скрипкина Ю.К.** Дерматовенерология. Национальное руководство / Ю.К. Скрипкина, Ю.С. Бутова, О.Л. Иванова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011.
3. **Миронов А.Ю.** Микробиологический мониторинг патогенов гнойно-воспалительных заболеваний кожи и мягких тканей и их антибиотикорезистентности / А.Ю. Миронов, С.В. Жилина, О.А. Дмитренко, Н.Д. Авилова // Национальные приоритеты России. – 2011. – Т.2(5). – С. 204–205.
4. **Barnard E.** Shaping of cutaneous function be encounters with commrnals / E. Barnard, H. Li // *J. Physiol.* – 2017. – V.595(2) – P.437–450.
5. **Cunha B.A.** Methicillin resistant *Staphylococcus aureus*: clinical manifestations and antimicrobial therapy / B.A. Cunha // *Clin. Microbiol. Infect.* – 2015. – V.11 (Suppl. 4). – P.42–33.
6. **Pereira L.B.** Impetigo – review / L.B. Pereira // *An. Bros Dermatol.* – 2014. – V.89(2). – P.293–299.
7. **Stevens D.L.** Practice Guidelines for the diagnosis and management of skin and soft-tissue infections / D.L. Stevens, A.L. Bisno, H.F. Chambers et al. // *Clin. Infect. Dis.* – 2016. – V.41 (10). – P.1406–1373.
8. **Furfaro L.L.** Bacteriophage therapy: clinical trials and regulatory hardles / L.L. Furfaro, M.S. Payune B.J. Chang // *Front. Cell. Infect. Microbiol.* – 2018. – V. (8). – P.376.

**Kradinova E.A.,
Volobueva L.N.,
Levenets S.V.**

Clinical laboratory substantiation of using amisonum in pyodermitis of frequent occurrence

The article covers impact of amisonum on clinical progression and protective values in different forms of pyodermitis of frequent occurrence.

The use of amisonum in pyodermitis caused predominantly with staphylococci, facilitated more rapid relief of clinical disease compared to the group of patients under conventional treatment. For the first time there was established a pathogenetic substantiation of using inductor of endogenous interferon production – amisonum in pyodermitis of frequent occurrence.

Key words: *pyodermitis of frequent occurrence, amisonum, phagocytic index, immunoglobulins.*

УДК 611.08

Криничная Наталия Викторовна,
канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры лабораторной
диагностики, анатомии и физиологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
n.krinichnaya@bk.ru

Землянский Дмитрий Владимирович,
директор
ГУ ЛНР «Луганское общеобразовательное
учреждение – средняя общеобразовательная школа №11»,
учитель географии и биологии
11school@ukr.net

Климов Юрий Сергеевич,
студент 4 курса
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
Skinsil.16@yandex.ru

Влияние регулярной физической активности на функциональное состояние организма и здоровье школьников

В статье обосновывается актуальность и проблема низкой физической активности школьников. Приводятся данные оценки уровня функционального состояния организма и здоровья школьников, ведущих физически активный и малоактивный образ жизни; приводятся данные корреляционного анализа связи регулярной физической активности и функционального состояния организма школьников в возрасте от 12 до 17 лет.

Установлено, что одной из причин снижения двигательной активности, безусловно, может быть последствие эпидемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19).

Ключевые слова: *школьник, здоровье, физическая активность, функциональное состояние организма.*

Здоровье подрастающего поколения в любом обществе и при любых социально-экономических и политических ситуациях является актуальнейшей проблемой и предметом первоочередной важности, так как этот фактор в значительной степени определяет будущее страны, генофонд нации, научный и экономический потенциал общества [10].

Одним из основных компонентов здоровья детей и подростков в школьный период является регулярная физическая активность. В последнее десятилетие многие авторы с большой тревогой отмечают особенно резкое ухудшение физического развития, физической активности и других критериев здоровья [1; 3; 5; 7; 10].

Согласно первому в истории исследованию уровня физической активности среди подростков, подготовленному учеными Всемирной организации здравоохранения (2016 г.), показатели физической активности более 80% посещающих школу подростков в мире (78% мальчиков и 85% девочек) находятся ниже рекомендованного уровня.

Проблема низкой физической активности в последнее время актуальна как никогда ранее, дистанционное обучение во время эпидемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) внесло серьезный вклад в сокращение физической активности учащихся [6].

Регулярный мониторинг функционального состояния организма школьников позволит диагностировать и предотвратить развитие различных морфофункциональных заболеваний.

Проблема состояния здоровья детей и подростков в современных условиях является сложной и актуальной для врачей, гигиенистов и педагогов.

Цель исследования – оценить влияние регулярной физической активности на организм и здоровье школьников.

Исследование было проведено в 2020–2021 гг. на базе ГУ ЛНР «Луганское общеобразовательное учреждение – средняя общеобразовательная школа № 11». Исследование охватило 87 школьников в возрасте от 12 до 17 лет, из них 38 мальчиков и 49 девочек. В исследовании приняли участие школьники основной медицинской группы здоровья (согласно школьным медицинским карточкам).

Оценка функционального состояния здоровья школьников отвечала всем условиям тестирования [4; 11]: единый способ выполнения теста; единые условия выполнения теста; единые измерения или единая точность измерений; схожее суточное время проведения теста; схожий характер предшествующей деятельности; единая очередность выполнения тестов.

Методика исследования влияния регулярной физической активности на функциональное состояние и здоровье школьников заключалась в следующем [4; 8; 9; 11; 12]:

1) исследовали функциональное состояние сердечно-сосудистой системы с помощью Пробы Руфье (далее «ПР»);

2) исследовали функциональное состояние опорно-двигательного аппарата с помощью теста на гибкость позвоночного столба (далее «ГПС») и теста на гибкость тазобедренного сустава (далее «ГТС»);

3) исследовали функциональное состояние нервной системы с помощью Пробы Ромберга IV (далее «ПР IV») и модифицированной Пробы Ромберга (далее «МПР»).

Статистическую обработку результатов исследования проводили после формирования базы данных в системах Microsoft Excel, STATTECH и STADIA [2; 4]. Используя половозрастные таблицы формализованных, каждому результату дается оценка в баллах (согласно методике теста), рассчитывается общая сумма баллов, по которой и определяется уровень физического состояния школьника. Результаты сравнивали в %, а также проводили корреляционный анализ данных.

Путем анкетирования было установлено, что регулярно физически упражняются 29,89% (n=26) учащихся и, соответственно, 70,11% (n=61) уча-

щихся ведут малоактивный образ жизни. Анализ данных по половому признаку позволил установить, что среди девочек регулярно физически упражняются 28,57% (n=14), а среди мальчиков 31,58% (n=12).

Для того, чтобы оценить влияние регулярной физической активности на функциональное состояние организма и здоровье, школьники были разделены на группы: 1 группа – школьники, регулярно физически упражняющиеся; 2 группа – школьники, ведущие малоактивный образ жизни. Далее результаты исследования анализировались отдельно.

Подробная оценка показателей функционального состояния организма школьников 1 группы представлена в таблице 1.

Таблица 1

Оценка показателей функционального состояния организма школьников, которые регулярно физически упражняются

Исследуемые показатели	Оценка показателей					
	Выше нормы		Норма		Ниже нормы	
	%	n	%	n	%	n
ПР	84,62	22	11,54	3	3,85	1
ГПС	73,08	19	19,23	5	7,69	2
ГТС	61,54	16	34,62	9	3,85	1
ПР IV	46,15	12	53,85	14	0,00	0
МПП	88,46	23	11,54	3	0,00	0

Примечание: здесь и далее: n – количество учащихся

Оценивая общее состояние школьников 1 группы по выполненным тестам, можно сделать вывод, что в среднем у 70,77% учащихся функциональное состояние организма находится выше нормы, у 26,15% – в норме и только у 3,08% ниже нормы. Данные результаты являются показательными и соответствуют основной медицинской группе здоровья.

Подробная оценка показателей функционального состояния организма школьников 2 группы представлена в таблице 2.

Таблица 2

Оценка показателей функционального состояния организма школьников, ведущих малоактивный образ жизни

Исследуемые показатели	Оценка показателей					
	Выше нормы		Норма		Ниже нормы	
	%	n	%	n	%	n
ПР	14,75	9	26,23	16	59,02	36
ГПС	9,84	6	24,59	15	65,57	40
ГТС	37,70	23	52,46	32	9,84	6
ПР IV	26,23	16	32,79	20	40,98	25
МПП	31,15	19	24,59	15	44,26	27

Оценивая общее состояние школьников 2 группы по выполненным тестам, можно сделать вывод, что в среднем только у 23,93% учащихся функциональное состояние организма находится выше нормы, у 32,13% – в норме, у 43,94% ниже нормы – практически у каждого второго школьника данной группы функциональное состояние организма ниже нормы. Данные результаты не соответствуют основной медицинской группе здоровья.

Достоверность различий между группами статистически значима ($p < 0,01$).

На следующем этапе обработки данных был применен корреляционный анализ, в нашем исследовании было корректнее использовать именно непараметрический метод – коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s), так как требования к исходным данным менее строгие, чем при расчете коэффициента корреляции Пирсона [2; 4]. Данные анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3

Данные корреляционной связи физической активности и результатов функционального состояния организма школьников

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	r_s	Теснота связи по шкале Чеддока	p
ПР	0,71	Высокая	<0,001
ГПС	0,68	Заметная	<0,001
ГТС	0,44	Умеренная	<0,001
ПР IV	0,51	Заметная	<0,001
МПР	0,56	Заметная	<0,001

Исходя из результатов, приведенных в таблице, следует, что с увеличением физической активности улучшаются показатели функционального состояния: сердечно-сосудистой системы, в частности, сердца, адаптивность к нагрузкам высоко ($r_s=0,71$) коррелирует с активным образом жизни; опорно-двигательного аппарата школьников, ГПС и ГТС имеет заметную ($r_s=0,68$) и умеренную ($r_s=0,44$) коррелятивную связь с регулярной физической активностью; нервной системы, результаты ПР IV и МПР имеют заметную ($r_s=0,51$; $r_s=0,56$) коррелятивную связь с физической активностью.

Достоверность различий имеет очень высокий уровень статической значимости ($p < 0,001$).

Выводы:

1. Установлена прямая корреляционная зависимость между регулярной физической активностью и результатами тестов функционального состояния организма школьников.

2. Проведенные нами исследования свидетельствуют, что реальное функциональное состояние здоровья детей хуже, чем это регистрируют школьные медицинские документы.

Согласно медицинским карточкам, все участники исследования отнесены к основной медицинской группе здоровья (к этой группе относят детей, имеющих хорошее состояние здоровья, соответствующее нормативам физического и психологического развития в соответствии с возрастной группой, а

также имеющих не сильно выраженные заболевания, не влияющие на общее физическое развитие [10]), однако результаты исследования показали, что у 43,94% учащихся 2 группы, ведущих малоактивный образ жизни, результаты ниже нормы. Данные результаты могут говорить о том, что:

2.1. комплексное оценивание состояния здоровья школьников перед началом учебного года не было результативным; существующая система профилактических осмотров является недостаточно эффективной; основная медицинская группа была установлена не верно;

2.2. фактором ухудшения физического состояния может быть дистанционное обучение в период эпидемии COVID19; в период самоизоляции обучающиеся подвергаются таким неблагоприятным факторам, как значительно возросшие продолжительность школьных учебных занятий и выполнения домашних заданий; увеличилось время работы с гаджетами и электронными устройствами; снижение продолжительности прогулок и физической активности [6].

Список литературы

1. **Аршинник С.П.** Состояние и динамика основных компонентов физической подготовленности современных школьников / С.П. Аршинник, Т.А. Банникова, А.П. Тарасенко, В.И. Тхорев // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2009. – №4. – С. 89–95.
2. **Биометрия: учебник** / И.Д. Соколов и др.; под общ. ред. Л.П. Трошина. – Краснодар : КубГАУ, 2018 – 161 с.
3. **Горелик В.В.** Оценка физического развития и здоровья школьников общеобразовательной школы / В.В. Горелик // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – №6 (112). – С. 69–73.
4. **Капилевич Л.В.** Научные исследования в физической культуре : учеб. пособие / Л.В. Капилевич. – Томск : Томский государственный университет, 2013. – 184 с.
5. **Колпакова Е.М.** Двигательная активность и её влияние на здоровье человека / Е.М. Колпакова // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2018. – №1 (8). – С. 94–109.
6. **Кучма В.Р.** Особенности жизнедеятельности и самочувствия детей и подростков, дистанционно обучающихся во время эпидемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 / В.Р. Кучма, А.С. Седова, М.И. Степанова и др. // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2020. – №2. – С. 4–23.
7. **Коданева Л.Н.** Физическое развитие и состояние здоровья современных школьников / Л.Н. Коданева, В.А. Белокрыкина // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2018. – №10 (164). – С. 124–128.
8. **Мануева Р.С.** Физическое развитие детей и подростков. Показатели. Методы оценки: учеб. пособие / Р.С. Мануева; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра общей гигиены. – Иркутск : ИГМУ, 2018. – 52 с.
9. **Методы изучения и оценки физического развития детей и подростков:** учеб. пособие / Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев, Н.А. Матвеева и др. – 2-е изд. – Н. Новгород : Издательство Нижегородской гос. медицинской академии. – 2018. – 92 с.

10. **Параничева Т.М.** Динамика состояния здоровья детей дошкольного и младшего школьного возраста / Т.М. Параничева, Е.В. Тюрина // Новые исследования. – 2012. – №4 (33). – С. 68–78.
11. **Пашин А.А.** Мониторинг физического развития, физической и функциональной подготовленности учащейся молодежи: учеб. пособие / А.А. Пашин, Н.В. Анисимова, О.Н. Опарина. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – 142 с.
12. **Развитие гибкости на занятиях физической культуры у студентов 1–3 курсов : метод. указан. к практ. занят. для студ. 1–3 курсов / сост. И.В. Данилова.** – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 30 с.

**Krinichnaya N.V.,
Zemlianskii D.V.,
Klimov Y.S.**

**The influence of regular physical activity on the functional state of the body
and the health of schoolchildren**

The article substantiates the relevance and the problem of low physical activity of schoolchildren. The data of evaluation of the level of functional state of organism and health of schoolchildren leading physically active and inactive way of life are resulted; the data of correlation analysis of relation of regular physical activity and functional state of organism of schoolchildren at the age from 12 to 17 years are given.

It is established that one of the reasons of the decrease of motor activity is definitely the consequence of the epidemic of the new coronavirus infection (COVID-19).

Key words: *health, schoolchildren, physical activity, functional state.*

УДК 572.52

Левенец Сергей Валентинович,

канд. мед. наук, доцент,
доцент кафедры лабораторной диагностики,
анатомии и физиологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
svlev1@mail.ru

Пицул Сергей Дмитриевич,

главный врач
ГУ ЛНР «Луганская республиканская
станция переливания крови»
pitsul.sergey@gmail.com

Никитенко Наталья Александровна,

канд. мед. наук, доцент,
доцент кафедры лабораторной диагностики,
анатомии и физиологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
nataliianek@gmail.com

Единство антропогенных черт в соматотипологической организации современного юношеского населения африканского и европеоидного происхождения

Изучены общесоматические и соматотипологические особенности юношеского населения европеоидного и африканского происхождения. Установлен ряд общих соматических признаков, наблюдаемых у представителей разных рас на этапе указанного возрастного интервала вне зависимости от пола. При изучении указанного контингента с точки зрения соматотипологии обнаружена общность соматической организации парциальных размеров тела у представителей всех соматотипов вне зависимости от расовой принадлежности.

Ключевые слова: антропология, расы, юношеский возраст, соматотип.

Современный полиморфизм фенотипических вариантов человека как биологического и анатомического объекта очевиден, однако до сих пор остается открытым вопрос о возможностях структурирования, упорядочивания и систематизации расовых, индивидуальных и территориально-групповых антропологических признаков современного населения. Соматическая организация человека является макроморфологическим проявлением общей конституции, наиболее доступна исследованию, измерению и относительно устойчива в онтогенезе. Морфофенотип конституции имеет сильную генетическую детерминированность, высокую межиндивидуальную и низкую внутрииндивидуальную изменчивость, но в целом отражает основные особен-

ности динамики онтогенеза, метаболизма, общей реактивности организма и биотипологию личности [7].

Кроме соблюдения принципа целостности при характеристике частной и локальной конституции, требуется выявить общность черт структурной организации человека, позволяющую провести аналогии в межрасовом аспекте. Для упрощения такой процедуры необходимо, во-первых, определиться с наиболее простой и в то же время лишенной субъективизма схемой конституциональной диагностики, и, во-вторых, провести ряд комплексных антропометрических обследований разнорасового разнополого контингента единой возрастной группы [4]. Регулярное динамическое изучение соматического статуса позволяет приблизиться к решению задач управления адаптацией и адекватным контролем за состоянием здоровья для реализации на практике современной стратегии медицинской науки с акцентом на охрану здоровья здоровых лиц [5]. Также выяснение текущего конституционально-соматического статуса позволяет расширить теоретическое представление о закономерностях жизнедеятельности организма на юношеском этапе индивидуального постнатального развития человека.

Таким образом, актуальность унификации макросоматических черт и конституциональных типов современного населения является очевидной.

В задачи данного исследования включены вопросы поиска схемы и оценки соматотипа разнорасового контингента и определение тотальных и парциальных размеров тела, проявляющих межрасовую общность.

Объектом исследования стали 1996 субъектов юношеского возраста: 1060 европеоидов и 936 африканцев, находившихся на обучении в медицинском вузе г.Луганска в период с 2013 по 2019 годы включительно. Расовая принадлежность субъектов устанавливалась на основе факта их места рождения и проживания вплоть до вступления в пубертат, соматоскопии и расовой идентификации по классической методике расового типирования [3] и лицензионному программному идентификатору [8].

Возрастная категория для формирования групп обследования соответствовала юношескому возрасту согласно классической схеме возрастной периодизации, принятой в антропологических исследованиях [2].

Программа антропометрического исследования включала ряд измерительных (абсолютных) признаков, характеризующих морфологические особенности индивидуума. Программа антропометрии включала:

- 1) измерение массы тела;
- 2) измерение продольных размеров: длина тела (рост стоя), длина плеча, предплечья, кисти, бедра, голени и стопы (антропометрическая и общая);
- 3) измерение поперечных размеров (диаметров): ширина плеч (биакромиальный диаметр), грудной клетки, размеры костного таза: *d. spinarum* – межостистое расстояние, *d. cristarum* – межгребневое расстояние, *d. trochanterica* – межвертельное расстояние; дистальные диаметры (ширина межэпифизарных размеров) плеча, предплечья, бедра и голени;
- 4) измерение обхватных размеров (периметров): окружность грудной клетки в момент паузы, окружность живота, окружность плеча в напряженном состоянии, окружность предплечья, бедра и голени (максимальные и ми-

нимальные). Антропометрия выполнялась стандартным инструментарием, прошедшим метрологическую проверку на базе отдела метрологии ГУ ЛНР «ЛГМУ им. Святителя Луки».

Соматотипирование производилось по пропорционному признаку, который предполагает оценку соотношения продольных и поперечных размеров тела относительно к индивидуальной длине тела в целом. Данный метод предложен в 1937 г. антропологом П.Н. Башкировым [1] и исключает субъективизм, основываясь на четких цифровых интервалах. На основании проведенного соматотипирования субъекты подразделялись на долихоморфов (преобладание продольных размеров тела), мезоморфов (сбалансированные продольно-поперечные пропорции) и брахиморфов (широтные периметры доминируют над продольными).

Полученные результаты обрабатывали вариационно-статистическим методом на IBM PC/AT AMD Atlon 3200+ в среде Microsoft Windows XP Professional 2002 с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0». Вычислялись средние арифметические среднегрупповых данных и их стандартные отклонения в пределах расовой и гендерной группы. Достоверность различий между одноименными параметрами оценивалась с помощью параметрического критерия Стьюдента (t-Student), при превышении табличного значения которого различия обозначались как достоверные с вероятностью ошибки $p < 0,05$ [6].

Результаты антропометрического обследования оказались следующими (все нижеупомянутые данные являются статистически достоверными). У юношей-европеоидов совпадают с африканскими сверстниками среднегрупповые параметры длины лопатки (15,12–15,21 см), таза (24,97–24,43 см), поперечные размеры таза (25,05–28,12–31,07 см), ширина голени (7,01–7,12 см). У девушек африканского и европеоидного происхождения статистически неразличимы оказались: межвертельное расстояние таза (30,62–31,07 см), ширина предплечья (5,82–6,16 см) и голени (6,54–6,65 см), большинство обхватов верхней и нижней конечности – плеча (25,28–24,37 см), широкой части предплечья (22,05–21,60 см) и широкой части голени (33,24–33,55 см), стопы (21,82–22,29 см), а также ягодич (92,68–92,23 см).

Соматотипирование, проведенное по пропорционному признаку, позволило выявить общность черт в организации телосложения современных юношей и девушек, представляющих контрастные расовые группы. Так, у брахиморфов вне зависимости от пола и этнорасовой принадлежности максимальны по сравнению с обладателями долихо- и мезоморфного типа телосложения поперечный размер грудной клетки: $35,45 \pm 0,26$ см (у юношей) и $27,88 \pm 0,35$ см (у девушек) при среднегрупповых значениях среди других соматотипов соответствующих полов от 29,08–34,24 см до 23,82–24,96 см; отличительной чертой брахиморфных субъектов является значительные обхватные размеры живота: в частности, живот африканских юношей и девушек достигает в обхвате $79,30 \pm 0,79$ см и $74,02 \pm 1,20$ см при том, что у обладателей других соматотипов данный параметр не превышает 76,52–72,13 см; также для представителей брахиморфного телосложения характерны наибольшие величины обхватов туловища.

Долихоморфы в абсолютном большинстве – обладатели наиболее длинной нижней конечности в различных её сегментах: африканцы и африканки имеют общую длину ноги $123,08 \pm 2,53$ см и $100,38 \pm 0,83$ см при среднегрупповых значениях среди других соматотипов не более 112,12 см; европеоидные сверстники отличаются особенно длинной голенью и стопой, длина которой варьирует от $27,48 \pm 0,40$ см у юношей до $22,96 \pm 0,23$ см у девушек, что опережает среднегрупповые величины в среднем на 2 см, однако нельзя заявлять о долихоскеллии среди долихоморфных субъектов, поскольку относительная «удлиненность» не распространяется на их верхние конечности.

Общая организация телостроения у мезоморфных субъектов независимо от их расового происхождения отражает принцип «уравновешенности» их соматических величин: размеры тела мезоморфов по большей части занимали среднее положение между одноименными значениями долихо- и брахиморфов, не принимая крайне высоких или низких границ. Из немногочисленных соматометрических признаков, являющихся доминирующими у юношей и девушек мезоморфного соматотипа, являются: длина лопатки и кисти, обхватные параметры нижних конечностей (особенно у девушек): длина лопатки в мужской и женской группах африканских мезоморфов составляет $17,10 \pm 0,42$ см и $13,84 \pm 0,34$ см, кисти – $21,85 \pm 0,60$ см – $17,71 \pm 0,25$ см, что на 2 см длиннее, чем у представителей других соматотипов обеих рас; обхватные параметры ноги особенно выражены у мезоморфных африканок в области широкой части бедра ($58,45 \pm 1,14$ см при максимальном межгрупповом размере в женской группе $57,38 \pm 1,20$ см), а у мезоморфных европейек – в области узкой части голени, достигающей в обхвате $23,78 \pm 0,17$ см, тогда как у представительниц других соматотипов – не более $23,25 \pm 0,21$ см независимо от расы.

Выводы:

1. У юношеского контингента, представляющего диаметрально противоположные расы, обнаружен ряд совпадающих антропометрических параметров, которые утратили межрасовые и в отдельных случаях гендерные различия и могут быть отнесены к надрасовым (общебиологическим) принципам организации тела современного Homo Sapiens.

2. Разложение среднепопуляционных показателей на соматотипические подгруппы позволяет выявить чёткие соматотипдетерминированные признаки, присущие только лишь тому или иному соматотипу в независимости от расовой принадлежности.

3. Отдельные соматические признаки на сегодня не могут служить критериями для диагностики типа телосложения, поскольку требуется поправка на гендерную принадлежность и возрастную категорию изучаемого индивида.

Список литературы

1. Башкиров П.Н. Пропорции тела у различных пропорциональных типов / П.Н. Башкиров // Ученые записки МГУ. – 1937. – Вып.10. – С.103–147.
2. Властовский В.Г. Возрастная периодизация человеческой жизни и биологический возраст ребенка / В.Г. Властовский // Вопросы антропологии. – 1976. – Вып. 52. – С. 191–195.

3. Деникер И.Е. Человеческие расы / И.Е. Деникер ; пер. с фр. В. Ранцов. – СПб : Издание А. Большакова и Д. Голова, 1902. – 723 с.
4. **Половая изменчивость** тотальных размеров тела и биоимпедансных параметров лиц юношеского возраста / Д.И. Анисимов, Е.А. Анисимова, Н.О. Челнокова и др. // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т.6, №12. – С.1639–1643.
5. **Разработка нормативных критериев** здоровья разных возрастно-половых групп населения с учетом антропогенетических, психофизических и психогигиенических характеристик организма / В.М. Мороз, Е.Г. Процек, И.В. Гунас и др. // Мат. Международной науч.-прак. конф. «Актуальные проблемы спортивной морфологии и интегративной антропологии памяти проф. Б.А. Никитюка» – М., 2004. – С.16–19.
6. **Урбах В.Ю.** Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях / В.Ю. Урбах. – М., 1975. – 297 с.
7. **Хрисанфова Е.Н.** Антропология : учебник. – 3-е изд. / Е.Н. Хрисанфова, И.В. Перевозчиков – М. : Изд-во МГУ «Высшая школа», 2002. – 263 с.
8. **Kairos: Ethnicity Detection & Diversity Recognition** //© 2018 Kairos AR, Inc. – 2017: 11 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kairos.com/diversity-recognition>].

**Levenets S.V.,
Pitsul S.D.,
Nikitenko N.A.**

Unity of anthropogenic characteristics in somatic organization of present-day adolescents of african descents and caucasians

There were studied general somatic and somatic typological characteristics of Caucasian and African descent adolescents. A set of common somatic features has been observed in representatives of different races within the specified age interval regardless of sex. When studying the indicated population group in the context of somatotypology there was found a common character of physical structure of fractional body dimensions in representatives of all somatic types regardless of ethnic group.

Key words: anthropology, races, adolescents, somatic type.

УДК 615.273.53:616.151.5

Москвин Александр Александрович,
аспирант кафедры лабораторной
диагностики, анатомии и физиологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
moskvin.ldr@gmail.com

Бойченко Павел Константинович,
д-р мед. наук, профессор,
зав. кафедрой лабораторной
диагностики, анатомии и физиологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
aveldl99@gmail.com

Никитенко Наталья Александровна,
канд. мед. наук, доцент кафедры
лабораторной диагностики,
анатомии и физиологии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
nataliianek@gmail.com

Кочевенко Анастасия Анатольевна,
фельдшер-лаборант гигиены труда
санитарно-гигиенического отдела
ГС «Стахановская горСЭС» МЗ ЛНР
kochevenko.nastya@inbox.ru

Современные аспекты антитромботической терапии: история эволюции антикоагулянтов

В данной статье обобщаются основные этапы эволюции антикоагулянтной терапии с акцентом на преимущества и недостатки традиционных, а также новых пероральных антикоагулянтов, применяемых в клинической практике для лечения и профилактики тромбоэмболических состояний. Также авторами рассмотрены мишени и механизмы действия каждой группы антикоагулянтов и описана их непосредственная клиническая эффективность.

Ключевые слова: антикоагулянты, тромбоз, тромбоэмболия, гепарины, антагонисты витамина К, ингибиторы тромбина, новые оральные антикоагулянты.

Тромбоэмболические состояния являются одной из основных причин смертности, а также инвалидизации во многих странах с высоким доходом населения. Кроме того, их количество продолжает резко увеличиваться в странах со средним и низким уровнем дохода. Бремя тромбоэмболических заболеваний ставит первичную профилактику в качестве наиболее важной цели для

общества, которая должна осуществляться посредством нормализации образа жизни с устранением ряда факторов риска, таких как курение, гипертония, отсутствие физической активности, нерациональное питание, абдоминальное ожирение и др. Но, даже не смотря на положительный результат, связанный с этими мерами, у многих людей все еще развиваются клинические проявления тромбоза, поэтому для снижения заболеваемости и смертности необходим фармакологический подход к профилактике и лечению тромботических и тромбоэмболических состояний [13; 14].

Гепарины (сначала нефракционированный гепарин (НФГ), а затем низкомолекулярные гепарины (НМГ) и антагонисты витамина К (АВК) – варфарин, фенпрокумон, аценокумарол) – десятилетиями использовались для лечения и профилактики тромбоемболий. За последние 15 лет интерес к антикоагулянтам резко возрос, о чём свидетельствует растущее количество лекарств, как в доклинической, так и в клинической разработке, а также широкий спектр антикоагулянтов, лицензированных в настоящее время (табл. 1). В частности, исследователи концентрируют своё внимание на так называемых новых (прямых) оральных антикоагулянтах (НОАК), которые избирательно нацелены на конкретные этапы каскада коагуляции [9; 15].

Таблица 1

**Применяемые в клинической практике антикоагулянты
и способы их введения**

Антикоагулянты	
Парентеральные	Пероральные
Гепарины (НФГ, НМГ)	Антагонисты витамина К
Фондапаринукс	Ингибиторы тромбина (дабигатран)
Ингибиторы тромбина (бивалирудин, аргатробан)	Ингибиторы фактора Ха (ривароксабан, аписабан, эдоксабан)

Нефракционированный и низкомолекулярный гепарины. НФГ был открыт столетие назад, в 1914 году, студентом-медиком Джейм Маклином в Университете Джона Хопкинса в Балтиморе, а затем был внедрен в клиническую практику в 40-х годах прошлого века (табл. 2). НФГ (антикоагулянт прямого действия) – это гликозаминогликан, молекула которого представлена несколькими полисахаридными цепями, связанными с общим белковым ядром. Поскольку длина полисахаридных цепей гепарина может быть разной, то и молекулярная масса его также колеблется в достаточно широких пределах – от 3000 до 40000 дальтон. Механизм действия основан, прежде всего, на связывании гепарина со своим плазменным кофактором – антитромбином III – ингибитором активированных факторов свертывания крови: тромбина, IXa, Ха, XIa, XIIa (особенно важной является способность ингибировать тромбин и активированный фактор X). Оценка антикоагулянтного эффекта НФГ обязательно должна проводиться под контролем активированного частичного тромбопластинового времени, что связано с повышенным риском развития гепарин-индуцированной тромбоцитопении у пациентов [9; 15; 16].

Таблица 2

История эволюции антикоагулянтов

Год внедрения в клиническую практику	Антикоагулянт
1940-е	Нефракционированный гепарин
1950-е	Варфарин
1980-е	Низкомолекулярные гепарины
1990-е	Парентеральные прямые ингибиторы тромбина
2002	Фондапаринукс
2010	Дабигатран
2011	Ривароксабан
2012	Апиксабан
2014	Эдоксабан

НМГ получены из НФГ с помощью различных химических (ферментативных) процессов деполимеризации и имеют средний молекулярный вес примерно в три раза меньше, чем таковой у НФГ. В настоящее время лицензированные НМГ, которые вводятся подкожно, включают эноксапарин, дальтепарин, надропарин, тинзапарин, цертопарин, ревипарин, ардепарин и бемипарин. Общеизвестно, что НФГ и НМГ уменьшают осложнения ВТЭ при эндопротезировании тазобедренного или коленного суставов в условиях заболеваний высокого риска (сердечная недостаточность, острые воспалительные заболевания, длительная иммобилизация в постели) примерно на 60%. Их также вводят вместе с двойной антиагрегантной терапией (например, аспирином и клопидогрелем) пациентам с острым коронарным синдромом, независимо от того, проводится ли лечение с помощью реваскуляризации или нет. С момента своего появления в 80-х годах XX ст. НМГ постепенно заменили НФГ по большинству клинических показаний из-за ряда преимуществ по сравнению с другими антикоагулянтными средствами. Кроме того, благодаря их высокой эффективности и профилю безопасности, НМГ в настоящее время рекомендуются в качестве препаратов выбора для острого и долгосрочного лечения ассоциированных с раком ВТЭ. В действительности, помимо снижения заболеваемости и смертности, связанной с ВТЭ у онкологических больных, накопленные экспериментальные и клинические данные позволяют предположить, что НМГ значительно повышают общую выживаемость, напрямую влияя на развитие и метастатизацию самого рака [9; 15; 16].

Антагонисты витамина К. Варфарин, как наиболее часто используемый АВК, представляет собой пероральный препарат, который проявляет свою антикоагулянтную активность, препятствуя посттрансляционной модификации ряда факторов свертывания (факторы II, VII, IX, X), а также противосвертывающих белков (протина С и его кофактора протеина S). АВК имеют

узкий терапевтический диапазон, часто взаимодействуют с другими лекарственными средствами и пищевыми продуктами, их метаболизм определяется генетически (двумя полиморфизмами генов: VKORC1, участвующим в цикле витамина К, и CYP2C9, участвующим в метаболизме самого варфарина). Поэтому при использовании этих препаратов необходим частый лабораторный мониторинг международного нормализованного отношения (МНО) и корректировка дозы [1; 8; 10].

Преимущества терапии варфарином при широком спектре тромбоэмболических нарушений хорошо известны. АВК, которые были клинически разработаны более 60 лет назад, эффективны для снижения рецидивов ВТЭ более чем на 90% и кардиоэмболического инсульта при неклапанной фибрилляции предсердий примерно на 60%. Кроме того, недавние систематический обзоры и метаанализ показали, что начальное дозирование АВК на основании генотипа эффективно снижает риск серьезных кровотечений, основного недостатка терапии АВК, примерно в 50% случаев [10; 11].

Другие антикоагулянты. Фондапаринукс, первоначально разработанный в 2002 году, является синтетическим аналогом антитромбин-связывающего пентасахарида, обнаруженного в НФГ и НМГ. Он избирательно воздействует на фактор Ха путем потенцирования (примерно в 300 раз) ингибирующего действия антитромбина III на данный фактор. Этот высокоэффективный препарат с хорошим профилем безопасности в настоящее время лицензирован для профилактики и лечения ВТЭ. Благодаря полной биодоступности после подкожной инъекции и периоду полураспада в плазме около 17 часов, фондапаринукс вводится один раз в день в фиксированной дозе без необходимости лабораторного мониторинга [12; 17].

Парентерально вводимые прямые ингибиторы тромбина, чей фармакологический эффект не связан с ингибирующей активностью антитромбина III, непосредственно инактивируют как свободный, так и фибрин-связанный тромбин, включают аргатробан и бивалирудин. Аргатробан – низкомолекулярный конкурентный ингибитор тромбина – был одобрен для лечения пациентов с гепарин-индуцированной тромбоцитопенией, в то время как бивалирудин, аналог гирудина, был лицензирован в качестве альтернативы НФГ у пациентов, подвергающихся чрескожному коронарному вмешательству [7; 12].

Недостатки традиционных антикоагулянтов. Несмотря на превосходные клинические результаты, полученные с традиционными антикоагулянтами, на сегодняшний день имеется определенное поле для маневра в плане дальнейшего улучшения терапии тромбоэмболических состояний. Преимущества НМГ по сравнению с НФГ включают более длительный биологический период полураспада и более предсказуемую дозозависимость антикоагулянтного эффекта, менее строгие требования для рутинного мониторинга коагуляции и более низкое связывание с фактором 4 тромбоцитов и костными клетками, что приводит к снижению риска гепарин-индуцированной тромбоцитопении и остеопороза. Благодаря сочетанию схожей (или даже большей) эффективности и безопасности в сочетании с рядом других преимуществ, НМГ постепенно заменили НФГ в клинической практике. Тем не менее, использование НМГ по-прежнему связано с риском гепарин-индуцированной

тромбоцитопении (хотя и ниже, чем при терапии НФГ), а необходимость парентерального введения ограничивает их длительное применение в амбулаторных условиях. Точно так же, несмотря на все хорошо известные преимущества АВК при лечении широкого спектра тромбоэмболических расстройств, их использование затрудняется рядом недостатков, таких как отсроченное начало действия, узкий терапевтический диапазон клинической эффективности, генетические особенности метаболизма, кумулятивный эффект, наличие значительного количества противопоказаний, влияние других лекарственных средств, а также потребляемых пищевых продуктов. Все вышеуказанное требует частого мониторинга и корректировки дозы препарата [2; 6].

Новые оральные антикоагулянты (НОАК). Ограничения в отношении гепаринов и варфарина привели к разработке новых антикоагулянтных агентов, избирательно нацеленных на конкретные этапы в каскаде коагуляции, которые помимо высокой эффективности и безопасности имеют преимущество в том, что вводятся перорально в фиксированных дозах и не имеют потребности в лабораторном мониторинге. В отличие от АВК, всем НОАК присуще быстрое начало действия, а также быстрое его прекращение согласно периоду полувыведения, составляющему в среднем 10–12 часов. Они обладают низким потенциалом взаимодействия с другими лекарственными препаратами и пищей, сравнительно малой интра- и межиндивидуальной вариабельностью. Два типа НОАК в настоящее время лицензированы для использования при тромбоэмболических заболеваниях: ингибиторы фактора Ха (апиксабан, эдоксабан и ривароксабан), а также ингибитор тромбина – дабигатран [3; 4; 5].

Хотя прием НОАК характеризуется меньшей частотой больших и фатальных кровотечений, этот эффект достигнут за счет практически двукратного снижения частоты внутричерепных кровоизлияний, тогда как частота других больших кровотечений (в т.ч. желудочно-кишечных) сопоставима с таковой при приеме варфарина. К недостаткам НОАК следует отнести дороговизну препаратов, кроме того, до недавнего времени, традиционно обсуждаемым вопросом медицинских специалистов являлось отсутствие специфического антидота. В качестве фармакологического метода прекращения действия прямых оральных антикоагулянтов на сегодняшний день медицинскими экспертами рекомендуется введение активированного протромбинового комплекса, а при его неэффективности – активированного рекомбинантного фактора VII. Кроме того, в настоящее время разработаны и находятся на разной стадии изучения и внедрения в клиническую практику три специфических антидота к НОАК:

- 1) специфический для дабигатрана препарат идаруцизумаб;
- 2) класс-специфический препарат, прекращающий действие ингибиторов Ха-фактора — андексанет альфа;
- 3) универсальный антидот, связывающий нефракционированный (НФГ) и низкомолекулярный гепарины (НМГ), а также ингибиторы IIa и Ха факторов – цирапарантаг [4; 5; 18].

Таким образом, в данной статье нами были обобщены основные этапы эволюции антикоагулянтной терапии с акцентом на преимущества и недостатки традиционных, а также новых антикоагулянтов, применяемых в клинической практике.

Список литературы

1. **Agno W., Gallus A.S., Wittkowsky A. et al.** American College of Chest Physicians. Oral anticoagulant therapy: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. Chest. – 2012.
2. **Bates S.M., Weitz J.I.** New anticoagulants: beyond heparin, low-molecular-weight heparin and warfarin. Br J Pharmacol. – 2005.
3. **Bloom B.J., Fillion K.B., Atallah R., Eisenberg M.J.** Meta-analysis of randomized controlled trials on the risk of bleeding with dabigatran. Am J Cardiol. – 2014.
4. **Connolly S.J., Ezekowitz M.D., Yusuf S. et al.** Dabigatran versus warfarin in patients with atrial fibrillation. N Engl J Med – 2009.
5. **Eriksson B.I., Quinlan D.J., Eikelboom J.W.** Novel oral factor Xa and thrombin inhibitors in the management of thromboembolism. Annu Rev Med. – 2011.
6. **Fareed J., Hoppensteadt D.A., Fareed D. et al.** Survival of heparins, oral anticoagulants, and aspirin after the year 2010. Semin Thromb Hemost. – 2008.
7. **Franchini M., Mannucci P.M.** A new era for anticoagulants. Eur J Intern Med. – 2009.
8. **Franchini M., Mengoli C., Cruciani M. et al.** Effects on bleeding complications of pharmacogenetic testing for initial dosing of vitamin K antagonists: a systematic review and meta-analysis. J Thromb Haemost. – 2014.
9. **Garcia D.A., Baglin T.P., Weitz J.I., Samama M.M.** Parenteral anticoagulants: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. Chest. – 2012.
10. **Guyatt G.H., Akl E.A., Crowther M. et al.** American College of Chest Physicians Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis Panel. Executive summary: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. Chest. – 2012.
11. **Hirsh J., O'Donnell M., Eikelboom J.W.** Beyond unfractionated heparin and warfarin: current and future advances. Circulation. – 2007.
12. **Hirsh J., O'Donnell M., Weitz J.I.** New anticoagulants. Blood. – 2005.
13. **Holst A.G., Jensen G., Prescott E.** Risk factors for venous thromboembolism: results from the Copenhagen City Heart Study. Circulation. – 2010.
14. **ISTH Steering Committee for World Thrombosis Day.** Thrombosis: a major contributor to the global disease burden. J Thromb Haemost. – 2014.
15. **Kearon C., Akl E.A., Comerota A.J. et al.** Antithrombotic therapy for VTE disease: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. Chest. – 2012.
16. **Lyman G.H., Khorana A.A., Kuderer N.M. et al.** American Society of Clinical Oncology Clinical Practice: Venous thromboembolism prophylaxis and treatment in patients with cancer: American society of clinical oncology clinical practice guideline update. J Clin Oncol. – 2013.

17. **Petitou M., Duchaussoy P., Herbert J.M. et al.** The synthetic pentasaccharide fondaparinux: first in the class of antithrombotic agents that selectively inhibit coagulation factor Xa. *Semin Thromb Haemost.* – 2002.
18. **Salazar C.A., del Aquila D., Cordova E.G.** Direct thrombin inhibitors versus vitamin K antagonists for preventing cerebral or systemic embolism in people with non-valvular atrial fibrillation. *Cochrane Database Syst Rev.* – 2014.

**Moskvin A.A.,
Boychenko P.K.,
Nikitenko N.A.,
Kochevenko A.A.**

Modern aspects of antithrombotic therapy: the history of anticoagulant evolution

This article summarizes the main stages in the evolution of anticoagulant therapy with an emphasis on the advantages and disadvantages of traditional as well as new oral anticoagulants used in clinical practice for the treatment and prevention of thromboembolic conditions. The authors also reviewed the targets and mechanisms of action of each group of anticoagulants and described their immediate clinical efficacy.

Key words: *anticoagulants, thrombosis, thromboembolism, heparins, vitamin K antagonists, thrombin inhibitors, new oral anticoagulants.*

ХИМИЯ

УДК 547.444.2

Барышев Богдан Николаевич,
аспирант кафедры химии и биохимии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
frg9@rambler.ru

Дяченко Владимир Данилович,
д-р хим. наук, профессор,
заведующий кафедрой химии и биохимии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
dyachvd@mail.ru

Перегруппировки сульфоксидов в органическом синтезе (обзор)

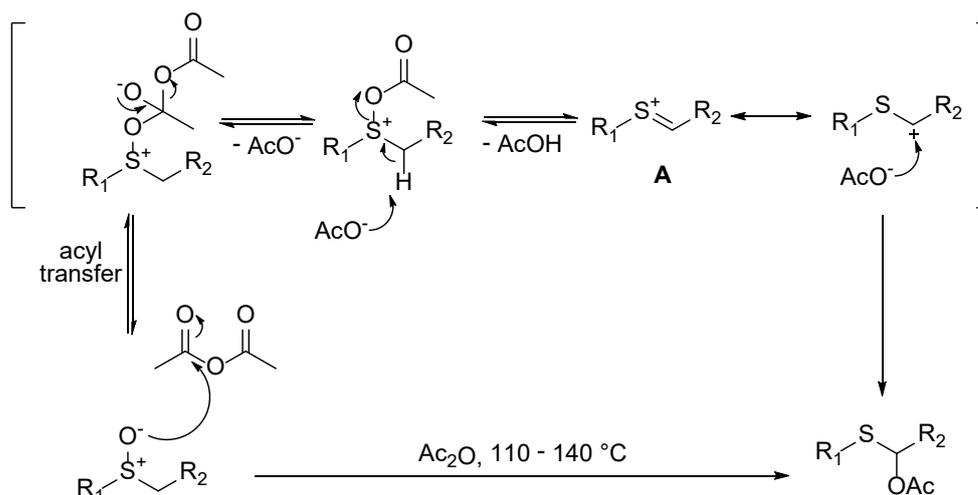
В статье приведены актуальные данные по применению реакций перегруппировки в органическом синтезе. Описана возможность получения широкого спектра веществ при помощи упомянутых реакций. Приведены методы и принципиальные схемы синтеза для большинства указанных соединений.

Ключевые слова: сульфоксиды, реакция Пуммерера, [3,3]-сигматропная перегруппировка, DFT, сульфоновые соли.

Реакции перегруппировки в химии занимают очень важное место. В процессе реакций данного типа могут происходить сдвиги функциональных групп (перегруппировка Пейна), расширение (перегруппировка Бекмана) или сужение (квази-перегруппировка Фаворского) цикла, или даже значительное изменение исходного скелета молекулы (перегруппировка Айреланда-Кляйзена). Все эти особенности позволяют использовать реакции перегруппировок для синтетических построений различной сложности: как для упрощения или оптимизации уже известных методик синтезов фармацевтических препаратов или промышленно-значимых веществ, так и для экономичных малостадийных синтезов больших молекул (алкалоидов, фитосфингозинов, аналогов природных веществ и им подобных). В данной работе хотелось бы остановиться на некоторых перегруппировках сульфоксидов. Некоторых – потому что тема реакций такого плана невероятно объёмна и разнообразна и вряд ли все аспекты таких превращений можно вместить в одну статью. Сульфоксиды же служат хорошим примером того, насколько обширными могут быть возможные трансформации даже для одного не очень большого фрагмента молекулы.

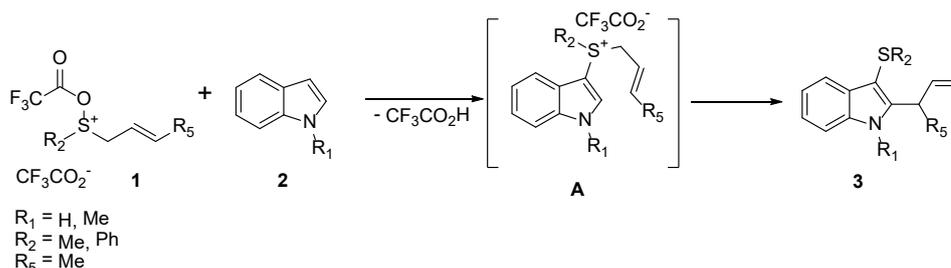
Перегруппировки сульфоксидов зачастую тесно связаны с реакцией Пуммерера, а точнее с её прерванным/заторможенным вариантом.

Изначально, перегруппировка Пуммерера – это трансформация сульфоксидов в α -ацилоситиозиферы под действием ангидридов кислот [1].

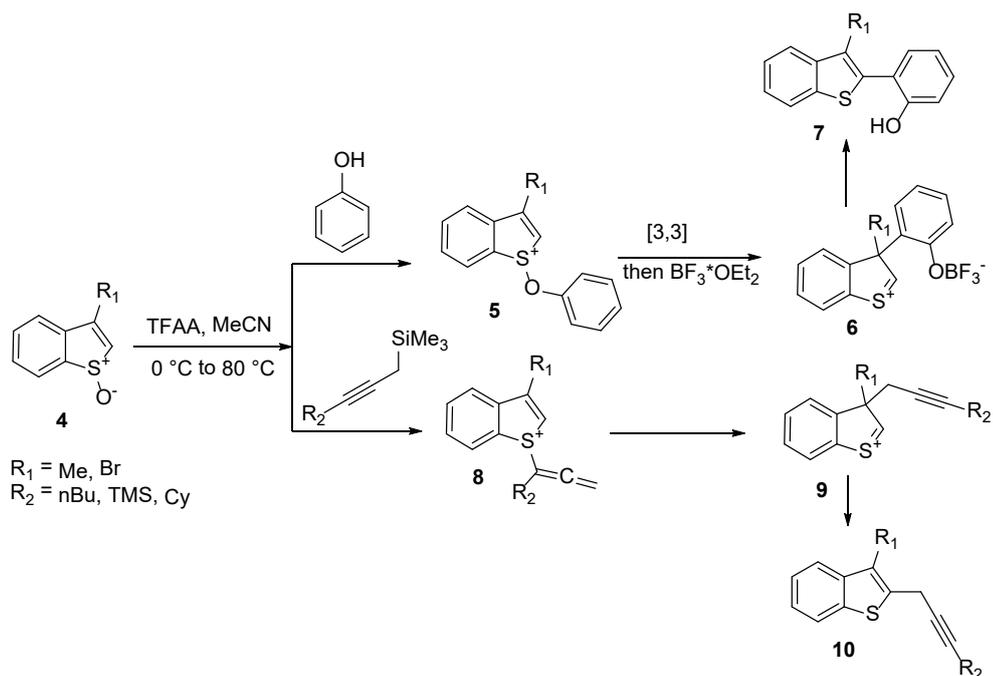


Однако, существует возможность остановки реакции на стадии образования соединения **A**, что позволяет получать сульфоновые соли.

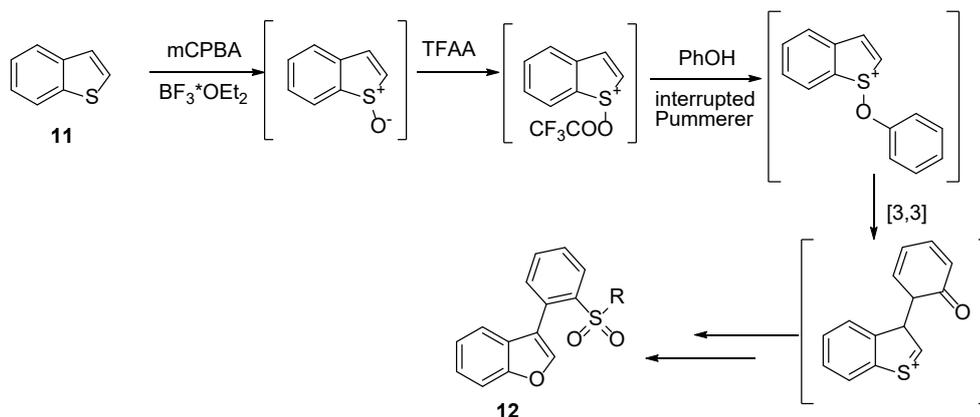
Например, для вицинальной функционализации индолов, реакцию Пуммерера останавливают с помощью индола **2** с образованием интермедиата **A**, которое способно подвергаться [3,3]-сигматропной перегруппировке. Таким образом можно получать индолы с различными заместителями во 2 и 3 положении кольца [2].



Схожий подход применим для получения C2-замещённых бензотиофенов. Весь путь трансформации описывается последовательностью «прерванная реакция Пуммерера/[3,3]-сигматропная перегруппировка/1,2-миграция заместителя» [3]

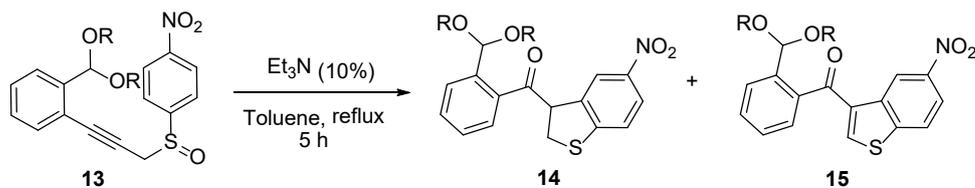


При помощи каскада реакций «перегруппировка Пуммерера/[3,3]-сигма-тропная перегруппировка» также получают бензофураны вида **12**. Реакция протекает без участия переходных металлов [4]



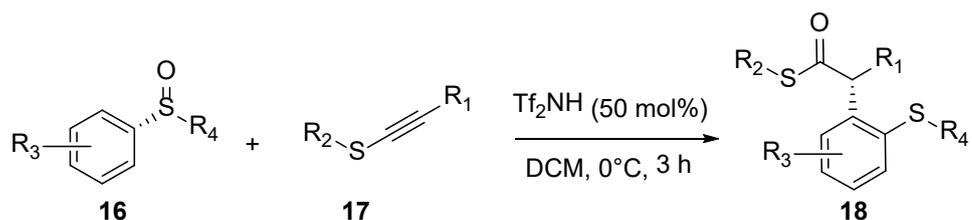
Перегруппировки сульфоксидов также могут протекать и без применения реакции Пуммерера.

Например, из пропаргилсульфоксидов вида **13** можно получать бензодигидротиофены **14** и бензотиофены **15** [5].



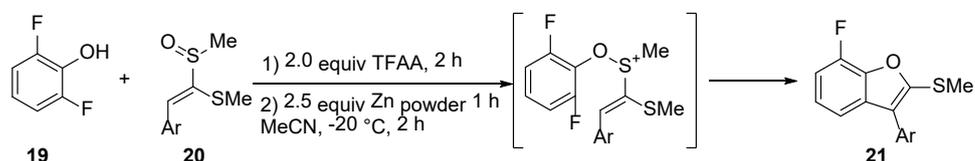
$\text{R} = -(\text{CH}_2)_2-, \text{Me}$

Перегруппировки сульфоксидов пригодны и для переноса стереоconfigурации с атома серы на атом углерода. Данный процесс позволяет получать соединения с заданной конфигурацией стереоцентра и минимальными затратами реагентов [6].

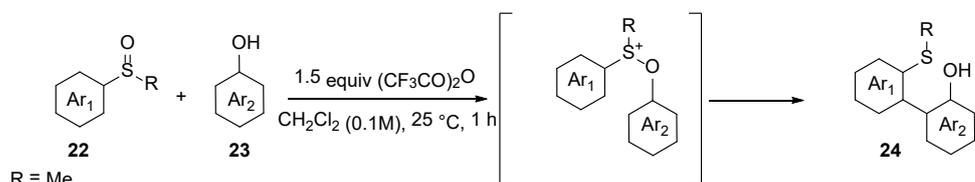


$\text{R}_1 = \text{tBu, cyclohexyl, iPr, cyclopentyl}$
 $\text{R}_2 = \text{Me, Ph}$
 $\text{R}_3 = \text{Me}$
 $\text{R}_4 = \text{Me, Cy}$

Полифторфенолы **19** при реакции с соединениями вида **20** способны претерпевать [3,3]-перегруппировку через стадию сульфоксидного интермедиата, что приводит к получению бензофуранов **21** [7].

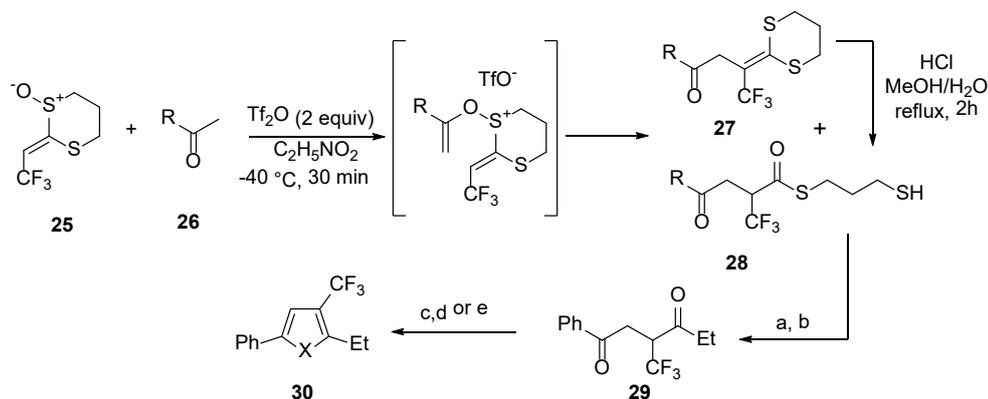


Арилульфоксиды **22** пригодны для получения биарильных соединений вида **24** [8].



$\text{R} = \text{Me}$
 $\text{Ar}_1 = \text{indol-2-yl, naphthalen-2-yl, benzofuran-2-yl, pyrrol-3-yl, thiophen-3-yl}$
 $\text{Ar}_2 = \text{Ph, 2-I-Ph, 3-Br-Ph, 3-NO}_2\text{-Ph, 3-CN-Ph}$

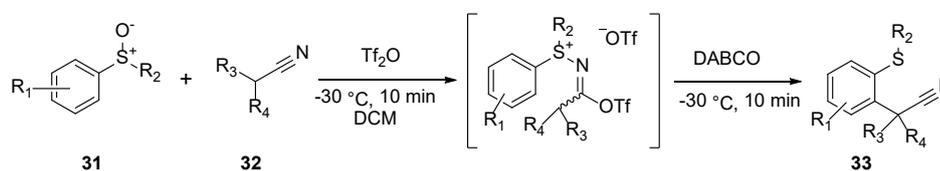
Источник [9] сообщает о возможности синтеза полизамещённых гетероциклов из сульфоксидов вида **25**. Полученные соединения представляют из себя 3-трифторметил замещённые гетероарены.



R = Ph, p-MePh, o-Me-Ph, p-Ph-Ph
 p-Cl-Ph, p-Br-Ph, p-MeO-Ph, p-MeO₂CC₆H₄, tBu
 X = O, S, nBuN

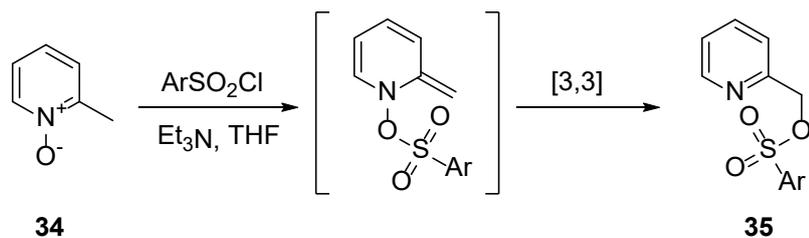
- a) MeI (2 equiv), iPr₂EtN (2 equiv), acetone, 25 °C, 8 h,
 b) [PdCl₂(PPh₃)₂] (10 mol%), EtZnI (2 equiv), toluene, reflux
 c) p-TsOH·H₂O (1.1 equiv), toluene, reflux, 10 h.
 d) Lawesson's reagent (2.4 equiv), 1,2-dichloroethane, 25 °C, 8 h.
 e) nBuNH₂ (2 equiv), Ti(OiPr)₄ (1.5 equiv), toluene, reflux, 10 h.

При помощи быстрой электрофильной перегруппировки можно осуществлять α -арилрование нитрилов. Преобразование состоит из двух последовательных этапов: электрофильная сборка, инициированная Tf₂O; и перегруппировка, инициированная DABCO. Каждая стадия может быть отрегулирована независимо путем изменения температуры и/или основания. Это раскрывает широкие возможности по варьированию субстратов [10].

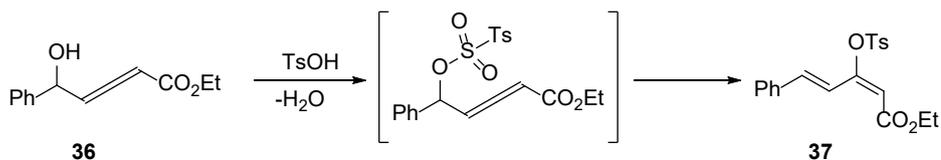


R₁ = Cl, Br, Me, acetyl, CN
 R₂ = Me, n-Bu, allyl, benzyl, Cy, i-Pr
 R₃ = H, Me
 R₄ = 3-Br-propyl, 3-Cl-propyl, CH₂OEt, 4-bromobut-3-ynyl

При использовании перегруппировки сульфоксидов открывается возможность прямой замены связи C–N на связь O–Ts в молекулах пиридинов и нитронов **34** [11].

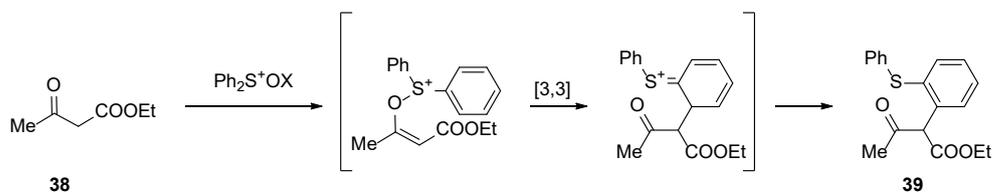


Существует метод синтеза 1,3-диен-2-олсульфонатов **37** при помощи перегруппировки алленовых спиртов **36** с сульфоновыми кислотами [12].

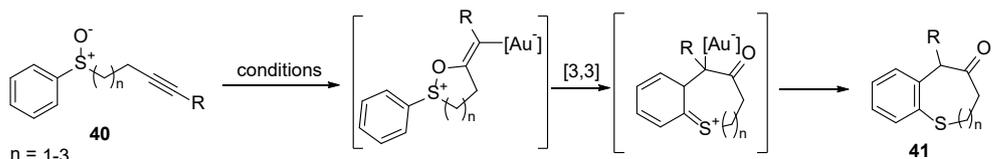


Однако использование сульфоксидов в органическом синтезе невозможно без понимания механизмов их взаимодействия. Существуют расчётные исследования, посвящённые анализу механизмов протекания таких реакций.

Так, в источнике [13] проанализирован механизм илидного переноса к карбонильным соединениям. Использована DFT методика расчётов.



Алкиларилсульфоксиды **40** под действием катализа золотом способны претерпевать различные трансформации. В ходе исследования было установлено, что [3,3]-сигматропная перегруппировка доминирует над формированием карбенов в данной реакции [14].



$n = 1-3$

R = Me, Et

conditions:

IPrAuNTf_2 , 60 °C, DCE, 3 h

or

$\text{Hg}(\text{OTf})_2$, rt, DCM, 40 min

В заключение данного обзора хотелось бы отметить, что химия перегруппировок сульфоксидов весьма разнообразна, а её методы могут быть использованы для получения широкого спектра соединений. Вполне вероятно,

что перегруппировки сульфоксидов ещё сыграют важную роль в промышленных и лабораторных процессах.

Список литературы

1. **Li J.J.** Name Reactions / J.J. Li // Name Reactions. 6th ed. Cham: Springer International Publishing, 2021.
2. **Šiaučiulis M.** Dual vicinal functionalisation of heterocycles: Via an interrupted Pummerer coupling/[3,3]-sigmatropic rearrangement cascade / M. Šiaučiulis et al. // Chem. Sci. – 2018. – Vol. 9, № 3. – P. 754–759.
3. **He Z.** Synthesis of C2 Substituted Benzothiophenes via an Interrupted Pummerer/[3,3]-Sigmatropic/1,2-Migration Cascade of Benzothiophene S-Oxides / Z. He et al. // Angew. Chemie – Int. Ed. – 2018. – Vol. 57, № 20. – P. 5759–5764.
4. **Yang K.** Transition-Metal-Free Synthesis of C3-Arylated Benzofurans from Benzothiophenes and Phenols / K. Yang et al. // Org. Lett. - 2018. – Vol. 20, № 23. – P. 7498–7503.
5. **Alajarin M.** Unexpected new examples of the Thyagarajan-Majumdar tandem cyclization of aryl propargyl sulfoxides / M. Alajarin, Marin- M. Luna, A. Vidal // Arkivoc. - 2013. – Vol. 2014, № 2. – P. 36–43.
6. **Kaldre D.** An Asymmetric Redox Arylation: Chirality Transfer from Sulfur to Carbon through a Sulfonium [3,3]-Sigmatropic Rearrangement / D. Kaldre et al. // Angew. Chemie - Int. Ed. – 2017. – Vol. 56, № 8. – P. 2212–2215.
7. **Okamoto K.** Sigmatropic Dearomatization/Defluorination Strategy for C–F Transformation: Synthesis of Fluorinated Benzofurans from Polyfluorophenols / K. Okamoto et al. // Angew. Chemie -- Int. Ed. – 2018. – Vol. 57, № 43. – P. 14230–14234.
8. **Yanagi T.** Metal-Free Approach to Biaryls from Phenols and Aryl Sulfoxides by Temporarily Sulfur-Tethered Regioselective C-H/C-H Coupling / T. Yanagi et al. // J. Am. Chem. Soc. - 2016. – Vol. 138, № 44. – P. 14582–14585.
9. **Kobatake T.** Reaction of 2-(2,2,2-Trifluoroethylidene)-1,3-dithiane 1-Oxide with ketones under pummerer conditions and its application to the synthesis of 3-Trifluoromethyl-Substituted five-membered heteroarenes / T. Kobatake et al. // Angew. Chemie. – Int. Ed. – 2010. – Vol. 49, № 13. – P. 2340–2343.
10. **Shang L.** Redox-Neutral α -Arylation of Alkyl Nitriles with Aryl Sulfoxides: A Rapid Electrophilic Rearrangement / L. Shang et al. // J. Am. Chem. Soc. – 2017. – Vol. 139, № 11. – P. 4211–4217.
11. **Wang C.S.** Metal-free C(sp³)-H bond sulfonyloxylation of 2-alkylpyridines and alkylnitrones / C.S. Wang, P.H. Dixneuf, J.F. Soulé // Org. Biomol. Chem. Royal Society of Chemistry. – 2018. – Vol. 16, № 27. – P. 4954–4957.
12. **Zhao Y.** Sigmatropic rearrangement of allenic alcohols: Stereoselective synthesis of 1,3-diene-2-ol sulfonates / Y. Zhao et al. // Org. Biomol. Chem. Royal Society of Chemistry. – 2017. – Vol. 15, № 18. – P. 4014–4021.
13. **Patil M.** Mechanism of Ylide Transfer to Carbonyl Compounds: Density Functional Calculations / M. Patil, W. Thiel // European J. Org. Chem. – 2016. – Vol. 2016, № 4. – P. 830–839.
14. **Lu B.** [3,3]-sigmatropic rearrangement versus carbene formation in gold-catalyzed transformations of alkynyl aryl sulfoxides: Mechanistic studies and ex-

panded reaction scope / B. Lu et al. // J. Am. Chem. Soc. – 2013. – Vol. 135, № 23. – P. 8512–8524.

**Baryshev B.N.,
Dyachenko V.D.**

Some examples of sulfoxide rearrangements in organic synthesis

The article provides relevant data on the use of rearrangement reactions of sulfoxides in organic synthesis. Mentioned reactions are usable for obtaining a wide range of substances. The article contains methods and schematic diagrams of synthesis for most of the indicated compounds.

Key words: sulfoxides, Pummerer reaction, [3,3]-sigmatropic rearrangement, DFT, sulfone salts.

Дяченко Иван Владимирович,
канд. хим. наук, доцент,
доцент кафедры химии и биохимии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
ivladya87@mail.ru

Реакция Михаэля, протекающая по типу обмена метиленовыми компонентами (обзор)

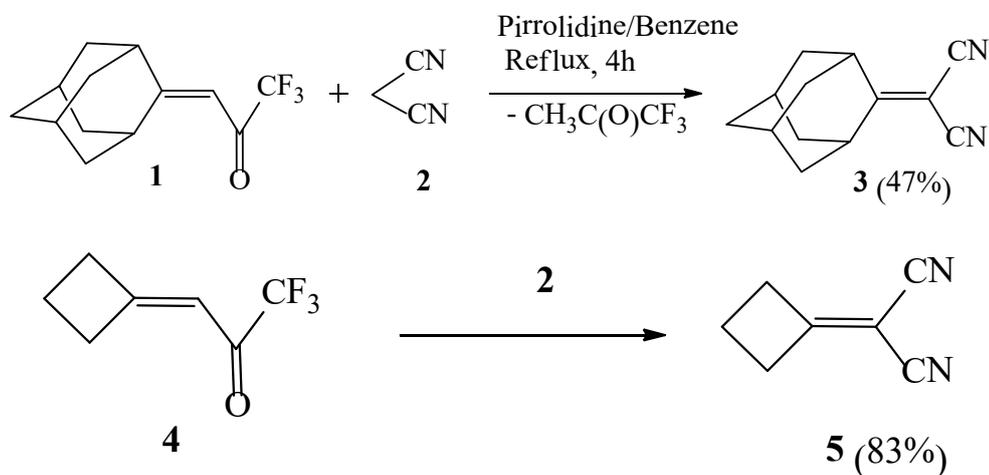
Литературный обзор посвящен одному из вариантов реакции Михаэля – обмену метиленовыми компонентами.

Ключевые слова: реакция Михаэля, обмен метиленовыми компонентами, СН-кислоты, алкены, индены, 1,4-дигидропиридины, пиридины.

Обычно реакция Михаэля применяется в органическом синтезе для получения полифункциональных углеводородов линейного строения посредством межмолекулярного образования новых С–С связей [1]. В некоторых случаях образующиеся аддукты претерпевают обмен метиленовыми компонентами и дают новые алкены [2; 3]. Последние иногда неустойчивы в условиях реакции и подвергаются дальнейшим трансформациям, которые рассмотрим ниже.

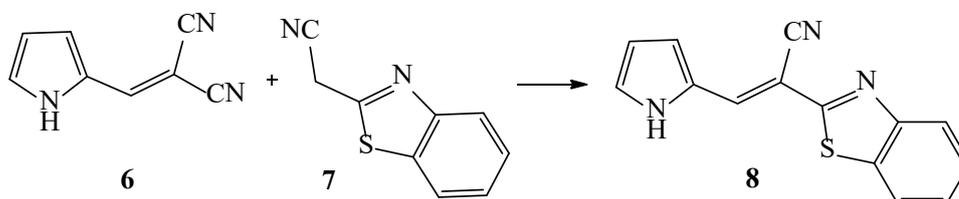
Производное адамантана **1** при взаимодействии с малонитрилом **2** в условиях реакции Михаэля образует соединение **3** как результат обмена метиленовыми компонентами. α,β -Непредельный кетон **4** с СН-кислотой **2** в однопипных указанным выше условиях реагирует аналогично – образуется новый алкен **5** и элиминируется 1,1,1-трифторацетон (схема 1) [4].

Схема 1



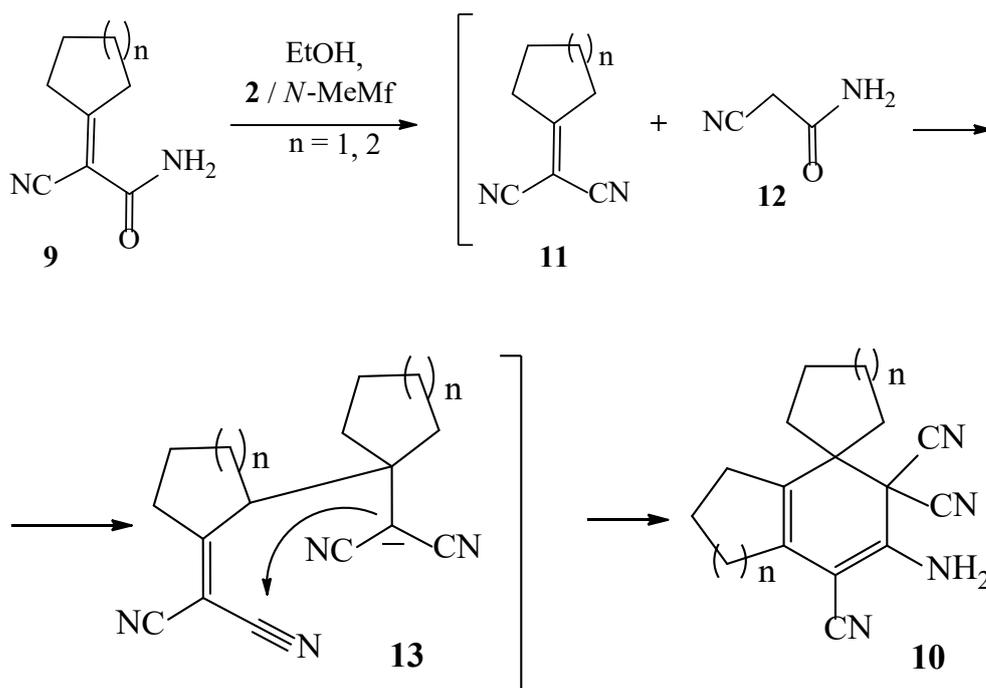
2-Пирролметилиденмалонитрил **6** при 66°C взаимодействует с 2-бензотиазолилацетонитрилом **7** в ТГФ в присутствии триэтиламина в качестве катализатора с образованием соответствующего продукта обмена метиленовыми компонентами – замещенного этилена **8**. Реакция протекает в течение 6 часов (схема 2) [5].

Схема 2



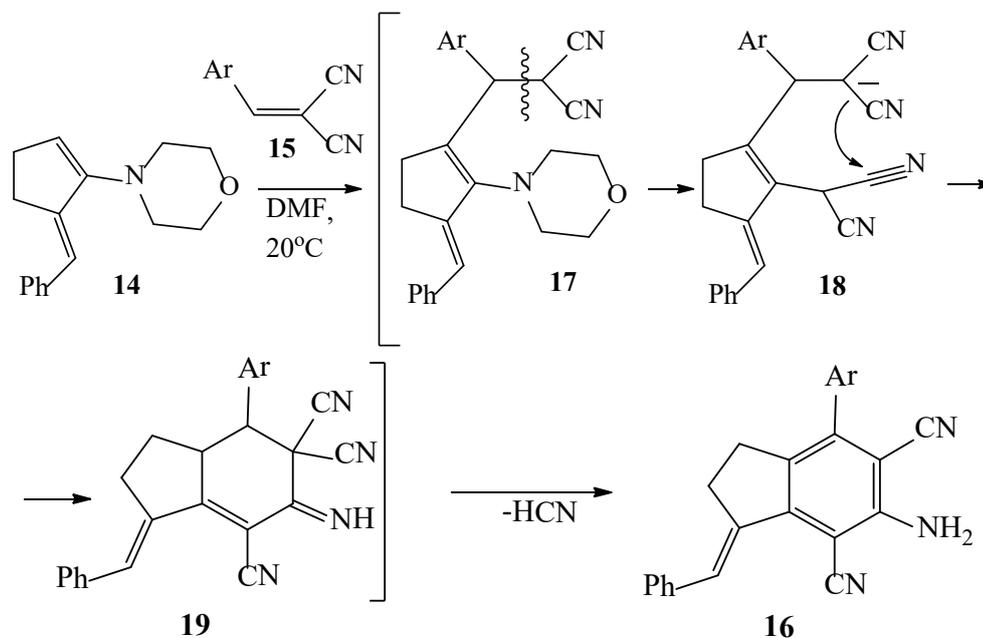
Циклоалкилиденцианоацетамиды **9** взаимодействуют с малонитрилом **2** с образованием замещенных циклогексадиенов **10**. По-видимому, в ходе данной реакции в качестве интермедиатов возможны структуры **11-13**. Условия реакции способствуют димеризации циклоалкилиденмалонитрилов **11** по Михаэлю с дальнейшей внутримолекулярной циклизацией аддуктов **13** по Торпу-Циглеру (схема 3) [6].

Схема 3



Енамин **14** присоединяется к арилметиленмалонитрилу **15** с образованием замещенных инденов **16**. Вероятная схема реакции состоит в последовательности возникновения интермедиатов **17-19**. По-видимому, часть молекул аддукта **17** элиминируют малонитрил **2** в процессе обмена метиленовыми компонентами. В дальнейшем реализуется нуклеофильное винильное замещение – малонитрил **2** замещает морфолин, после чего на стадии интермедиата **14** следует реакция Торпа-Циглера (схема 4) [7–10].

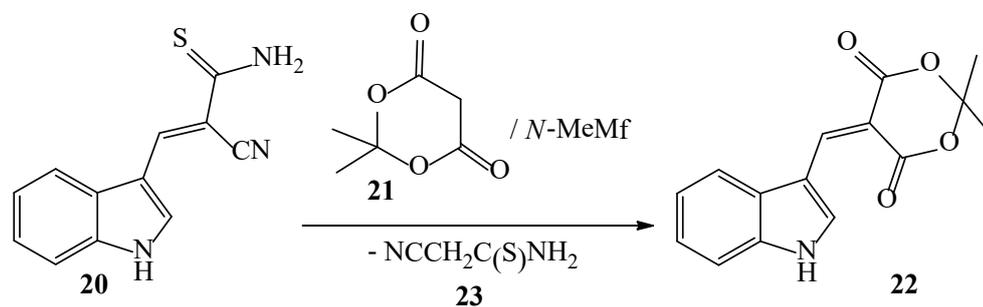
Схема 4



Ar = 4-MeOC₆H₄, 4-EtOC₆H₄, Ph, 4-FC₆H₄, 3-FC₆H₄, 3-O₂NC₆H₄, 2-FC₆H₄, 2-Furyl, 4-ClC₆H₄.

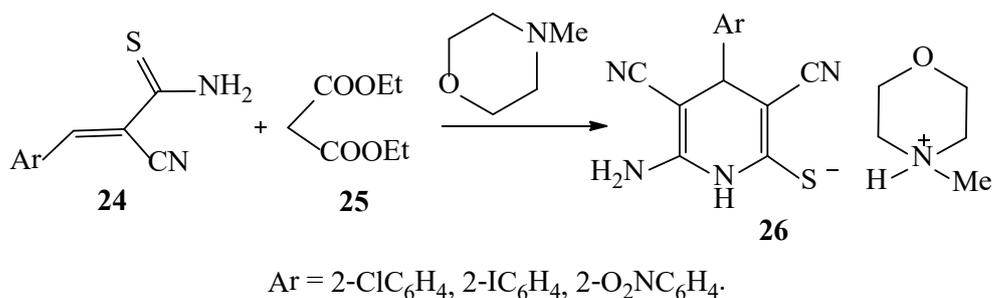
3-Индолиденцианотиоацетамид **20** вступает в реакцию обмена метиленовыми компонентами с кислотой Мельдрума **21**. В результате получен новый алкен **22** (схема 5) [11].

Схема 5



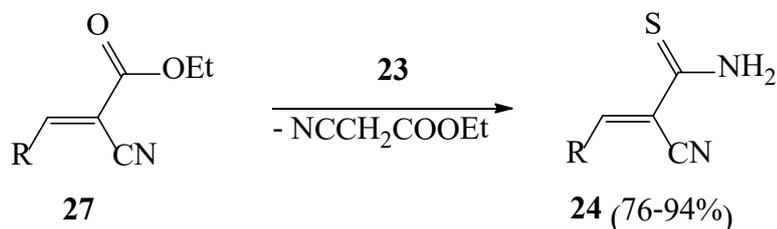
Арилметиленцианотиоацетамиды **24** при взаимодействии с малоновым эфиром **25** в этаноле при комнатной температуре образуют соли **26**. Вероятная схема их образования состоит в следующем: высвобождающийся посредством обмена цианотиоацетамид **23** реагирует с исходным алкеном **24**, после чего следует внутримолекулярная циклизация образовавшегося нового аддукта Михаэля в пиридиновый цикл **26** с элиминированием сероводорода. Подтверждением данной схемы реакции служит непосредственное взаимодействие алкенов **24** с цианотиоацетамидом **23**, приводящее к соединениям **26** (метод встречного синтеза) (схема 6) [12].

Схема 6



Арилметиленцианоксусные эфиры **27** реагируют с цианотиоацетамидом **23** в этаноле при комнатной температуре в присутствии алифатического амина с образованием арилметиленцианотиоацетамидов **24** как результат реакции Михаэля, протекающей по типу обмена метиленовыми компонентами (схема 7) [13–15].

Схема 7

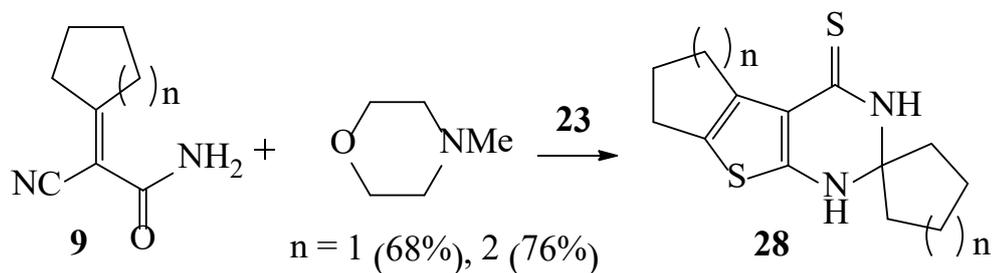


R = 4-BuC₆H₄; 4-Me₂NC₆H₄; 2,4-(EtO)₂C₆H₃; 3,4-(MeO)₂C₆H₃; 3-Indolyl.

Циклоалкилиденцианоацетамиды **9** вступают в реакцию обмена метиленовыми компонентами с цианотиоацетамидом **23** в этаноле при комнатной температуре и катализе процесса *N*-метилморфолином с образованием гетероциклических систем **28**. Гипотетическая схема данной реакции включает на первой стадии возникновение циклоалкилиденцианотиоацетамида – продукта обмена метиленовыми компонентами, внутримолекулярно циклизующегося в замещенный тиофен. К цианогруппе последнего присоединяется сероводород. Полученный таким путем 2-амино-3-тиокарбамоилтиофен кон-

денсруется с циклоалкилиденмалоннитрилом **11**, возникшим в результате элиминирования сероводорода от циклоалкилиденцианотиоацетамида, с образованием конечной гетероциклической системы **28** (схема 8) [6, 16].

Схема 8

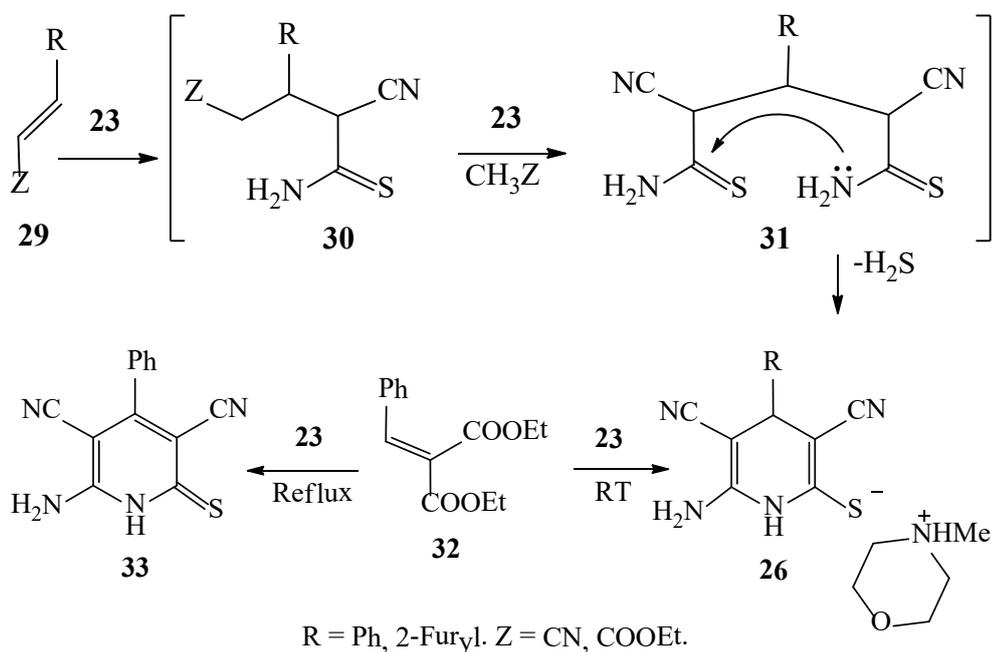


Эфиры и нитрилы 3-фенил(2-фурил)акриловой кислоты **29** в реакции с СН-кислотой **23** образуют аддукты Михаэля **30**, которые распадаются на новые СН-кислоты и новые алкены **24**. Последние вступают в реакцию Михаэля с цианотиоацетамидом **23**. Возникшие таким путем новые аддукты Михаэля **31** трансформируются в 6-амино-4-фенил(2-фурил)-3,5-дициано-1,4-дигидропиридин-2-тиолаты *N*-метилморфолина **26** [17].

По такой же схеме реагирует цианотиоацетамид **23** с бензальмалоновым эфиром **32** – образуется соль **26** [12].

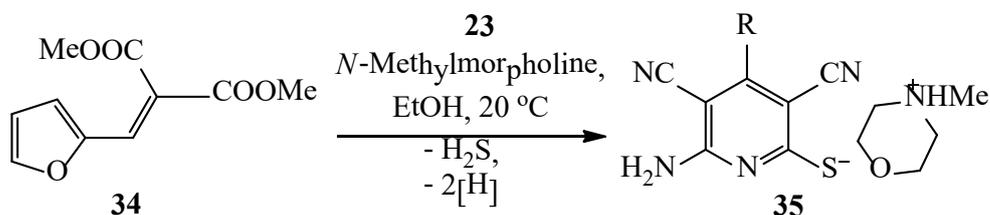
Кипячение бензальмалонного эфира **32** с СН-кислотой **23** в этаноле в присутствии Et₃N приводит к образованию 6-амино-4-фенил-3,5-дицианопиридин-2(1H)-тиона **33**. Повышение температуры реакционной смеси способствует дегидрированию промежуточной соли **26** (схема 9) [12].

Схема 9



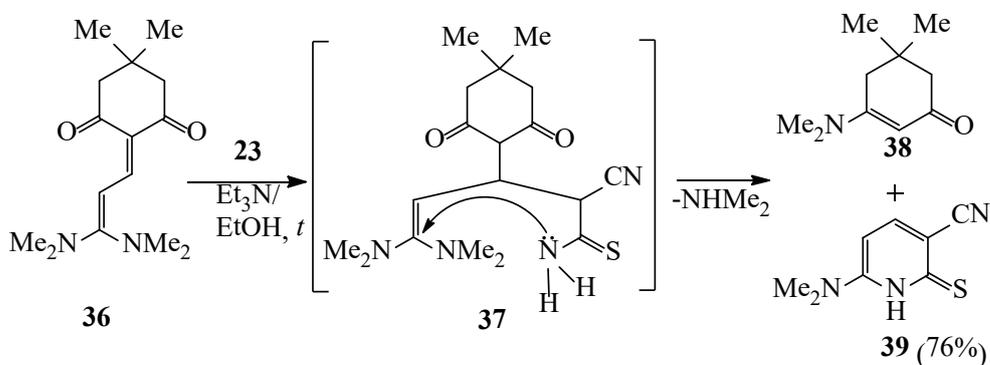
Диметил-2-фурфуриденмалонат **34** реагирует с СН-кислотой **23** с образованием соли **35** с выходом 63%. Механизм её образования подобен получению соли **26** (схема 10) [18].

Схема 10



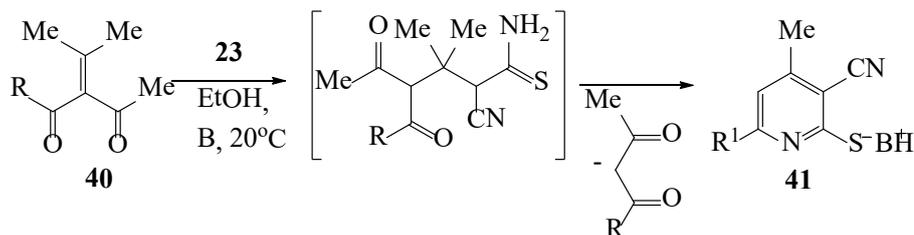
Ключевой стадией взаимодействия диендиаминодикетонов **36** с СН-кислотой **23** является реакция Михаэля, приводящая к аддукту **37**. Затем следует внутримолекулярное переаминирование с образованием нового енаминкетона **38** (обмен метиленовыми компонентами) и 6-диметиламино-3-циано-2-пиридин-2(1H)-тиона **39** (схема 11) [19].

Схема 11



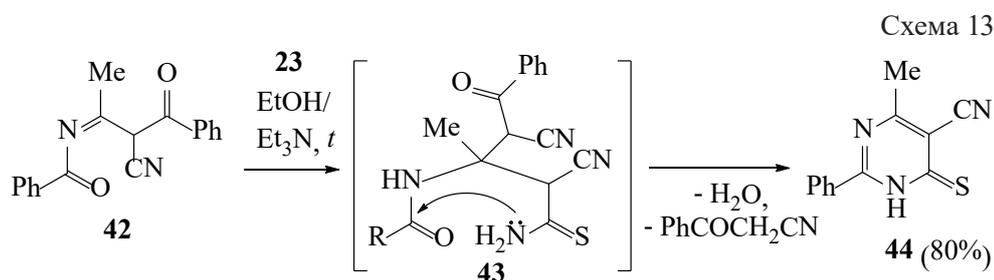
К изопропилиденацетилацетону, или ацетоуксусному эфиру **40** циано-тиоацетамид **23** присоединяется при 20°C в этаноле в присутствии алифатических циклических аминов. На стадии аддукта Михаэля элиминируется 1,3-дикетон, конденсирующийся в дальнейшем с СН-кислотой **23** по Кнёвенагелю и циклизирующийся в 5-незамещенные пиридин-2-тиолаты аммония **41** (схема 12) [20].

Схема 12



B = *N*-Methylmorpholine, Morpholine, Piperidine. R = Me, OEt. R¹ = Me, OH.

К азометиновому фрагменту соединения **42** следует присоединение по Михаэлю цианотиацетамида **23**, после чего из аддукта **43** элиминируется бензоилацетонитрил и происходит внутримолекулярная циклизация с образованием 6-метил-2-фенил-5-циано-пиримидин-4(3H)-тиона **44** (схема 13) [21].



Анализ литературы по реакции Михаэля, протекающей по типу обмена метиленовыми компонентами, позволяет утверждать, что в качестве условий такого варианта её протекания являются:

- а) наличие электронодонорных групп в ароматическом заместителе алкена, что уменьшает полярность последней;
- б) хорошая растворимость аддуктов;
- в) пониженная СН-кислотность и растворимость уходящей метиленовой компоненты по сравнению с вступающей в реакцию.

Список литературы

1. **Вацуро К.В.** Именные реакции в органической химии / К.В. Вацуро, Г.Л. Мищенко. – М. : Химия, 1976. – 528 с.
2. **Rappoport Z.** Nucleophilic attacks on carbon-carbon double bonds. Part XX. Reaction of active methylene compounds with electrophilic olefins. Formation of substituted 2-amino-4-cyano-4H-pyrans / Z. Rappoport, D. Ladkani // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. – 1974. – № 22. – P. 2595–2601.
3. **Борисов В.Н.** Реакции обмена по углерод-углеродной двойной связи (расщепление двойной углерод-углеродной связи под действием нуклеофильных реагентов) / В.Н. Борисов // Современные проблемы органической химии : сб. обзорн. ст. / под общ. ред. К.А. Оглоблина. – Л. : Изд. Ленингр. ун-та, 1975. – Вып. 4. – С. 89–106.
4. **Санин А.В.** Синтез трифторметилсодержащих карбо- и гетероциклов на основе реакции α,β -непредельных кетонов с малонитрилом и цианотиацетамидом / А.В. Санин, [и др.] // Журн. орг. химии. – 1997. – Т. 33. – Вып. 2. – С. 236–244.
5. **Kada R.** 3-(5-X-2-furyl)-2-cyanoacrylonitriles on reaction with 2-cyanomethylbenzothiazole / R. Kada, D. Plavasky, I. Goljer, P. Gaher // Collect. Czech. Chem. Commun. – 1991. – Vol. 56. – № 2. – P. 418–424.
6. **Дяченко В.Д.** Синтез замещенных 1,3-циклогексадиенов, пиридин-2(1H)-тионов и тиено[2,3-d]пиримидин-4(3H)-тионов по реакции Михаэля / В.Д. Дяченко, А.Д. Дяченко, А.Н. Чернега // Журн. орг. химии. – 2004. – Т. 40. – Вып. 3. – С. 424–433.

7. **Карпов Е.Н.** Необычное взаимодействие α -арилметилена-(4-морфолино)циклопентена с бензилиденмалонодинитрилом / Е.Н. Карпов, А.В. Черных, В.В. Жусь, В.Д. Дяченко // *Хімічні проблеми сьогодення : збірник тез доповідей IV Всеукраїнської конференції студентів, аспірантів і молодих учених.* – Донецьк : Ноулідж, 2010. – С. 164.
8. **Карпов Е.Н.** Синтез производных частино гидрированных карбоциклов на основе арилметиленамалонитрилов и енаминов циклических кетонов / Е.Н. Карпов, В.Д. Дяченко, А.В. Черных : тезы доповідей XXII Української конференції з органічної хімії (20–25 вересня 2010 року). – Ужгород, Патент, 2010. – С. 95.
9. **Дяченко В.Д.** Синтез заміщених індену конденсацією морфоліноциклопентену з арилметиленамалонитрилами / В.Д. Дяченко, Є.М. Карпов, А.В. Черних // *Журн. орг. та фарм. хімії.* – 2011. – Т. 9. – Вип. 2 (34). – С. 21–25.
10. **Дяченко В.Д.** Синтез амінонафталінтри(ди)карбонітрилів циклоконденсацією арил(алкіл)метиленамалонитрилів / В.Д. Дяченко, Є.М. Карпов, А.В. Черних // *Журн. орг. та фарм. хімії.* – 2012. – Т. 10. – Вип. 4 (40). – С. 33–38.
11. **Олейник В.А.** Синтез 3-[(1H-индол-3-ил)метилена]-2,2-диметил-1,3-диоксан-4,6-диона по реакции Михаэля, протекающей по типу обмена метиленовыми компонентами / В.А. Олейник, В.Д. Дяченко // *Збірник тез доповідей IV Всеукраїнської наукової конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Хімічні проблеми сьогодення».* – 16–18 березня 2010 р. – Донецьк : Ноулідж (донецьке відділення). – 2010. – С. 151.
12. **Кривоколыско С.Г.** Синтез, строение и свойства 4-арил-6-гидрокси-3-циано-5-этоксикарбонил-3,4-дигидропиридин-2(1H)-тионов / С.Г. Кривоколыско, В.Д. Дяченко, В.Н. Нестеров, Ю.А. Шаранин, Ю.Т. Стручков // *Журн. орг. химии.* – 1999. – Т. 35. – Вып. 6. – С. 966–972.
13. **Dyachenko V.D.** Synthesis of arylmethylenecyanothioacetamides in a Michael reaction / V.D. Dyachenko, S.G. Krivokolysko, V.P. Litvinov // *Mend. Commun.* – 1998. – № 1. – P. 23–24.
14. **Дяченко В.Д.** Индолізаміщені акрилонітрили в реакції Михаэля / В.Д. Дяченко // *Тезы доповідей XIX Української конференції з органічної хімії.* – Львів. – 2001. – С. 536.
15. **Дяченко В.Д.** Реакция Михаэля в синтезе 6-амино-4-(4-бутоксифенил)-3,5-дицианопиридин-2(1H)-тиона / В.Д. Дяченко, В.П. Литвинов // *Хим. гетероцикл. соед.* – 1998. – № 2. – С. 213–219.
16. **Дяченко А.Д.** Синтез спирозамещенных пиридин- и пиримидинтионов по реакции Михаэля / А.Д. Дяченко, С.М. Десенко, В.Д. Дяченко, В.П. Литвинов // *Тезисы докладов Первой всероссийской конференции по химии гетероциклов памяти А.Н. Коста.* – Суздаль, 19–23 сентября 2000 г. – С. 172.
17. **Кривоколыско С.Г.** Эфиры и нитрилы 3-фенил(фурил-2)- акриловой кислоты в синтезе 6-амино-3,5-дициано-4-фенил(фурил-2)пиридин-2-(1H)-тионов и селенонов / С.Г. Кривоколыско, В.Д. Дяченко // *Укр. хим. журн.* – 1996. – Т. 62. – № 11–12. – С. 61–66.
18. **Дяченко И.В.** Синтез 4-метилморфолиний 6-амино-4-(фуран-2-ил)-3,5-дицианопиридин-2-тио(селен)олатов и 3-[арил(гетерил)]-2-цианопрор-2-ен-

- тиоамидов по реакции Михаэля / И.В. Дяченко, Е.Ю. Рамазанова, В.Д. Дяченко // Журн. орг. химии. – 2014. – Т. 50. – Вып. 12. – С. 1839–1843.
19. Шаназаров А.К. Реакция диендиаминодикетонс с нуклеофильными реагентами. Синтез производных 2-пиридона и 2-пиридинтиона / А.К. Шаназаров, В.Г. Граник // Хим. гетероцикл. соед. – 1987. – № 3. – С. 423–424.
20. Нікішин О.О. Новий приклад реакції Міхаеля, перебіг якої відбувається за типом обміну метиленовими компонентами / О.О. Нікішин, В.Д. Дяченко // Тези доповідей Української Конференції «Домбровські хімічні читання 2005». – Чернівці, 21–23 вересня 2005 р. – Чернівці : Рута. – 2005. – С. 104.
21. Wagner G. Synthesis of 11-aryl-7,8,9,10-tetrahydro-1,2,3-triazino-(4',5':4,5)-thieno-(2,3-*b*)quinolines with antianaphylactic action / G. Wagner, H. Veiweg, S. Leistner // Pharmazie. – 1993. – В. 48. – № 8. – S. 576–578.

Dyachenko I.V.

Michael reaction proceeding according to the type of exchange of methylene components (review)

The literature review is devoted to one of the variants of the Michael reaction – the exchange of methylene components.

Key words: *Michael reaction, exchange of methylene components, CH-acids, alkenes, indenes, 1,4-dihydropyridines, pyridines.*

УДК 547.304.7; 547.461.3'052.2; 547.513.2; 547.532; 547.593; 547.659.2; 547.665

Дяченко Иван Владимирович,
канд. хим. наук, доцент,
доцент кафедры химии и биохимии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
ivladya87@mail.ru

Сараева Татьяна Александровна,
канд. хим. наук, доцент
доцент кафедры химии и биохимии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
sara-chem@mail.ru

Егоров Илья Валерьевич,
магистрант кафедры химии и биохимии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
Illya-egorov@yandex.ru

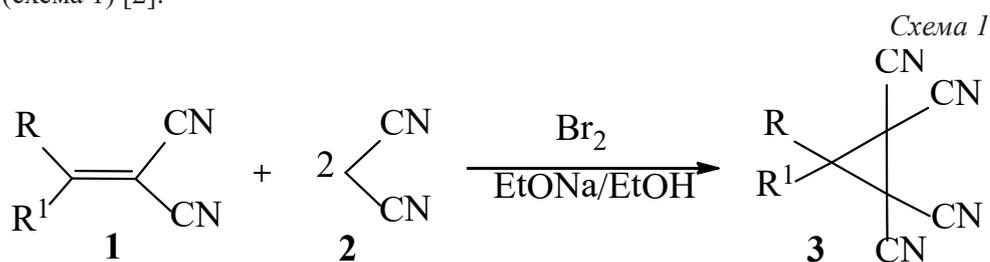
Синтез функционализированных карбоциклов, инициируемых реакцией Михаэля (обзор)

Литературный обзор посвящен методам получения функционализированных карбоциклов, инициируемых реакцией Михаэля.

Ключевые слова: реакция Михаэля, активированные алкены, *CN*-кислоты, циклопропан, циклогексанол, циклогексадиен, анилин, инден.

Реакция Михаэля нашла применение в органическом синтезе для получения полифункциональных углеводородов линейного строения [1]. В последнее время она пригодна и для синтеза карбо- и гетероциклов. Настоящий обзор посвящен реакции Михаэля, приводящей к образованию функционально замещенных карбоциклов.

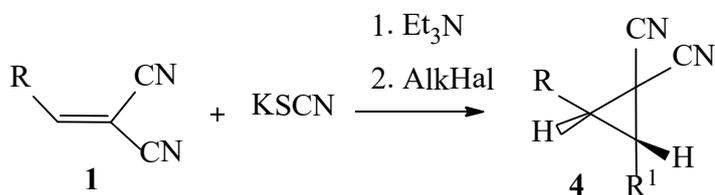
Взаимодействие производных акрилонитрила **1** с двукратным избытком малонитрила **2** протекает на первой стадии как присоединение по Михаэлю, за которым следует бромирование второго моля малонитрила **2** бромом в водно-спиртовой среде и двойное алкилирование образовавшегося аддукта. Таким методом получены замещенные циклопропаны **3**. Данный процесс можно представить как каскадная сборка целевых продуктов с выходом 79–95% (схема 1) [2].



$\text{R}, \text{R}^1 = \text{H}, \text{Alk}, \text{Ar}, \text{Het}.$

Замещенные циклопропаны **4** образуются стереоселективно при взаимодействии активированных алкенов **1** с роданидом калия и алкилирующими реагентами. Тиоцианатная группа на первой стадии реакции выступает в качестве донора Михаэля. Образовавшийся аддукт подвергается алкилированию по атому S. Процесс заканчивается 1,3-элиминированием и возникновением конечных структур **4** (схема 2) [3].

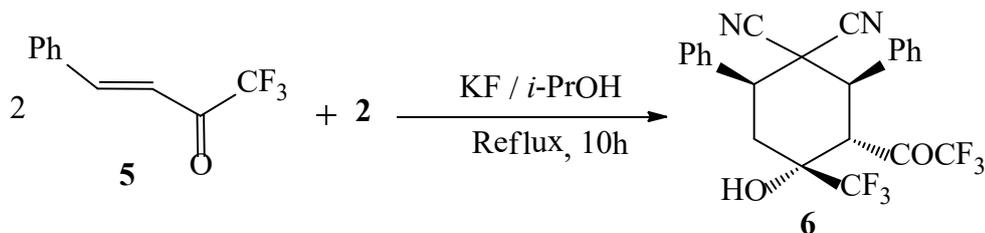
Схема 2



R = Alk, Ar, Het. Hal = Cl, Br, I.

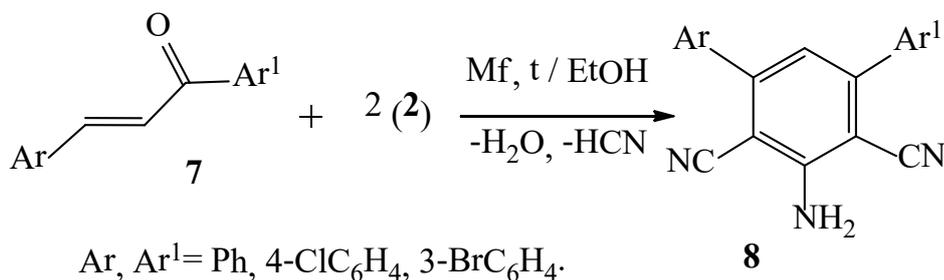
После стадии присоединения донора Михаэля – малонитрила **1** к α,β -непредельному кетону **5** – акцептору Михаэля, соответствующий аддукт выступает далее донором Михаэля при взаимодействии со вторым эквивалентом соединения **5** – акцептором Михаэля. Выход реакции 2-трифторацетил-1-трифторметил-3,5-дифенил-4,4-дицианоциклогексан-1-ола **6** составил 77% (схема 3) [4].

Схема 3



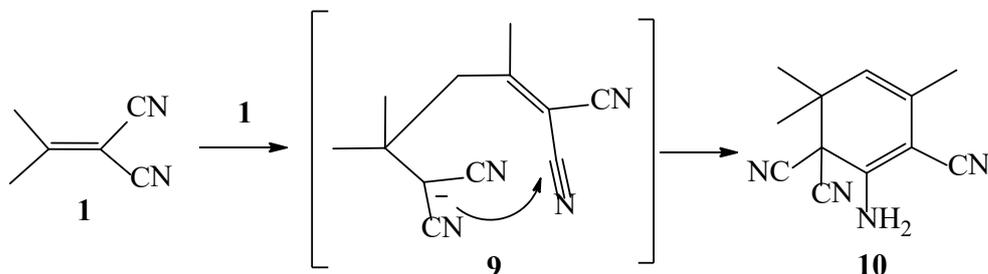
Введение в реакцию Михаэля халконов **7** с малонитрилом **2** при соотношении реагентов 1:2 соответственно в кипящем этаноле в присутствии морфолина приводит к образованию производных анилина **8**. По-видимому, 1 моль малонитрила **2** присоединяется к халкону по Михаэлю, а второй моль СН-кислоты **2** конденсируется по Кнёвенагелю. Возникший интермедиат по Торпу-Циглеру циклизуется в замещенный анилин **8** (схема 4) [5].

Схема 4



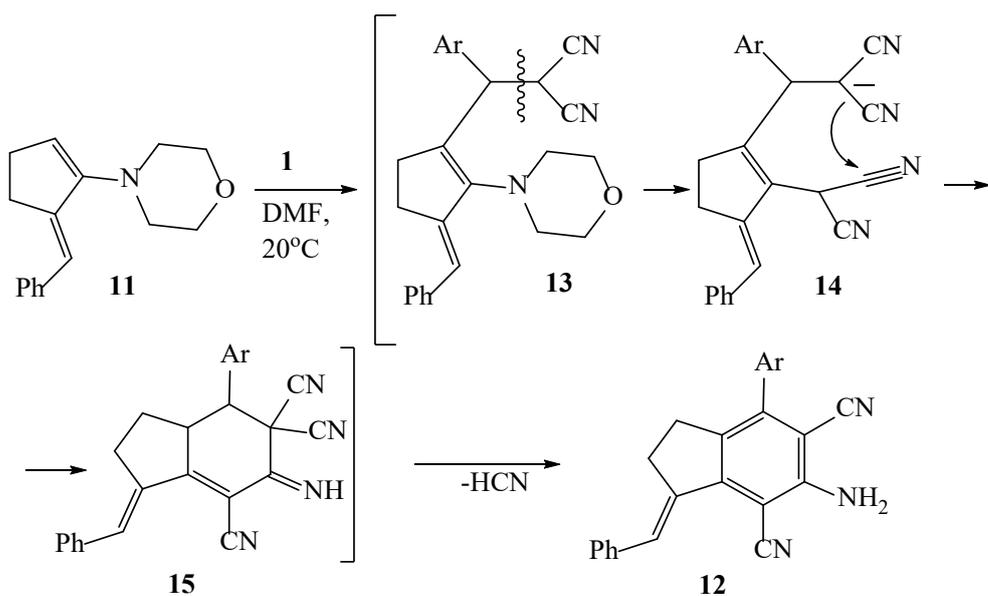
Изопропилиденмалонитрил **1** в этаноле при комнатной температуре в присутствии алифатических аминов легко димеризуется по типу реакции Михаэля. Соответствующий аддукт **9** внутримолекулярно трансформируется по Торпу-Циглеру в 1-амино-3,5,5-триметил-1,3-циклогексадиен **10** с выходом 41% (схема 5) [6; 7].

Схема 5



Енамин **11** присоединяется к арилметиленмалонитрилу **1** с образованием замещенных инденов **12**. Вероятная схема реакции состоит в последовательности возникновения интермедиатов **13–15** (схема 6) [8–10].

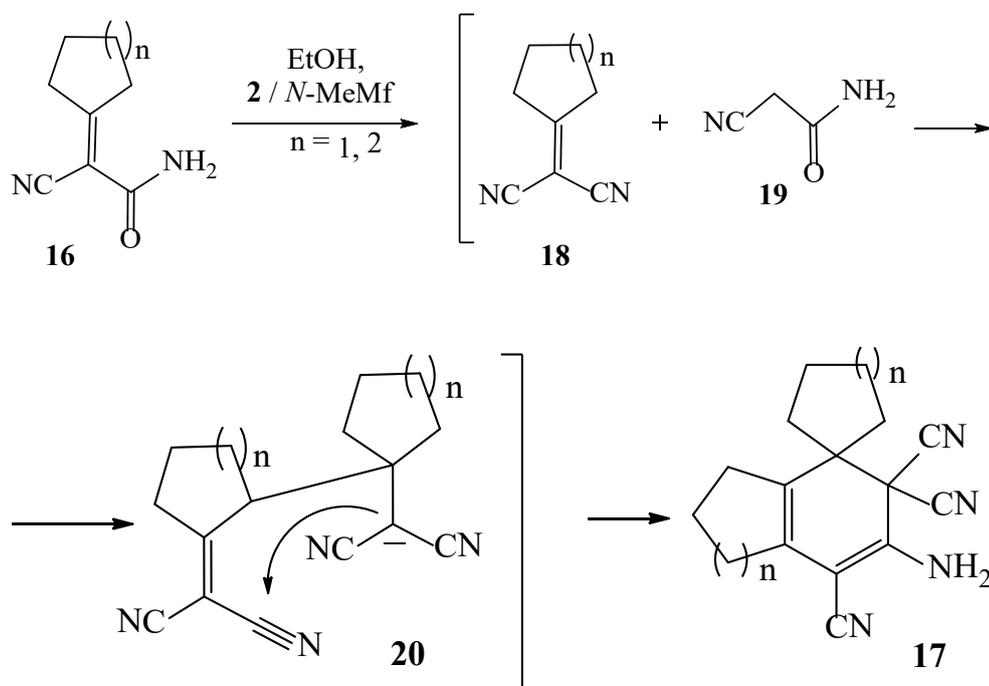
Схема 6



Ar = 4-MeOC₆H₄, 4-EtOC₆H₄, Ph, 4-FC₆H₄, 3-FC₆H₄, 3-NO₂C₆H₄, 2-FC₆H₄, 2-Furyl, 4-ClC₆H₄.

Циклоалкилиденцианоацетамиды **16** взаимодействуют с малононитрилом **2** по варианту реакции Михаэля, протекающей по типу обмена метиленовыми компонентами [11]. Результатом данной реакции является образование замещенных циклогексадиенов **17**. Логично предположить возникновение в ходе данного процесса интермедиатов **18–20** (схема 7) [12].

Схема 7



Анализ литературы по реакции Михаэля, заканчивающейся образованием карбоциклов, показал, что она не развита, но перспективна при изучении каскадных химических трансформаций. Кроме того, полученные органические соединения могут служить исходными реагентами для получения сложных практически важных структур, среди которых отметим стероиды.

Список литературы

1. Вацуро К.В. Именные реакции в органической химии / К.В. Вацуро, Г.Л. Мищенко. – М. : Химия, 1976. – 528 с.
2. Степанов Н.О. Каскадная сборка спироциклопропановой структуры из бензилиденмалононитрилов и *N,N'*-замещенных барбитуровых кислот / Н.О. Степанов, А.Н. Верещагин, М.Н. Элинсон, Г.И. Никишин // Сборник тезисов докладов Всероссийской конференции по органической химии, посвященной 75-летию со дня основания ИОХ им. Н.Д. Зелинского РАН (25–30 октября 2009 г.). – М. – 2009. – С. 395.
3. Мортиков В.Ю. Новый удобный мультикомпонентный стереоселективный метод синтеза замещенных циклопропанов / В.Ю. Мортиков., А.М. Ше-

- стопалов // Сборник тезисов докладов Всероссийской конференции по органической химии, посвященной 75-летию со дня основания ИОХ им. Н.Д. Зелинского РАН (25–30 октября 2009г.). – М. – 2009. – С. 306.
4. **Санин А.В.** Синтез трифторметилсодержащих карбо- и гетероциклов на основе реакции α,β -непредельных кетонов с малонитрилом и цианацетамидом / А.В. Санин [и др.] // Журн. орг. хим. – 1997. – Т. 33. – Вып. 2. – С. 236–244.
 5. **Игнашевич А.Н.** Синтез и исследование новых несимметричных 3,5-диарилзамещенных 2,6-дицианоанилинов, содержащих гетероциклические фрагменты / А.Н. Игнашевич, Е.В. Шкляева, Г.Г. Абашев // От синтеза полиэтилена до стереодивергентности: материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию кафедры органической химии ПГНИЦ. – Пермь, 2018. – С. 123–126.
 6. **Дяченко В.Д.** Изопропилиденмалонитрил в синтезе 1-амино-3,5,5-триметил-2,6,6-трициано-1,3-циклогексадиена, 6-амино-4,4-диметил-2-(4-метоксибензоилметилсульфанил)-1,4-дигидропиридин-3,5-дикарбонитрила и конденсированных 2-аминопиранов по Михаэлю / В.Д. Дяченко, Э.Б. Русанов // Журн. орг. хим. – 2006. – Т. 42. – Вып. 9. – С. 1390–1394.
 7. **Дяченко И.В.** Синтез замещенных циклогексана по реакции Михаэля / И.В. Дяченко, Е.Ю. Рамазанова, В.Д. Дяченко // Фундаментальні та прикладні дослідження в сучасній хімії : мат. І Міжнарод. заочної наук.-практ. конф. молодих учених (11 квітня 2014 року). – Ніжин, НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – С. 53–57.
 8. **Карпов Е.Н.** Синтез производных частично гидрированных карбоциклов на основе арилметилмалонитрилов и енаминов циклических кетонов / Е.Н. Карпов, В.Д. Дяченко, А.В. Черных : тези доповідей XXII Української конференції з органічної хімії (20–25 вересня 2010 року). – Ужгород, Патент, 2010. – С. 95.
 9. **Дяченко В.Д.** Синтез замещенных индену конденсацией морфолиноциклопентену с арилметилмалонитрилами / В.Д. Дяченко, Е.М. Карпов, А.В. Черных // Журн. орг. та фарм. хімії. – 2011. – Т. 9. – Вып. 2 (34). – С. 21–25.
 10. **Карпов Е.Н.** Необычное взаимодействие α -арилметил-(4-морфолино)циклопентена с бензилиденмалонитрилом / Е.Н. Карпов, А.В. Черных, В.В. Жуть, В.Д. Дяченко // Хімічні проблеми сьогодення : збірник тез доповідей IV Всеукраїнської конференції студентів, аспірантів і молодих учених. – Донецьк : Ноулідж, 2010. – С. 164.
 11. **Борисов В.Н.** Реакции обмена по углерод-углеродной двойной связи (расщепление двойной углерод-углеродной связи под действием нуклеофильных реагентов). – / В.Н. Борисов // Современные проблемы органической химии : сб. обзорн. ст. / под общ. ред. К.А. Оглоблина. – Л. : Изд. Ленингр. ун-та, 1975. – Вып. 4. – С. 89–106.
 12. **Дяченко В.Д.** Синтез замещенных 1,3-циклогексадиенов, пиридин-2(1H)-тионов и тиено[2,3-d]пиримидин-4(3H)-тионов по реакции Михаэля / В.Д. Дяченко, А.Д. Дяченко, А.Н. Чернега // Журн. орг. хим. – 2004. – Т. 40. – Вып. 3. – С. 424–433.

Dyachenko I.V.,
Saraeva T.A.,
Egorov I.V.

**Synthesis of functionalized carbocycles initiated by the Michael reaction
(review)**

A literature review is devoted to methods for obtaining functionalized carbocycles initiated by the Michael reaction.

Key words: *Michael reaction, activated alkenes, CH-acids, cyclopropane, cyclohexanol, cyclohexadiene, aniline, indene.*

Перепечай Анастасия Алексеевна,
аспирант кафедры химии и биохимии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
chem.post@yandex.com

Дяченко Владимир Данилович,
д-р хим. наук, профессор
заведующий кафедрой химии и биохимии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
dyachvd@mail.ru

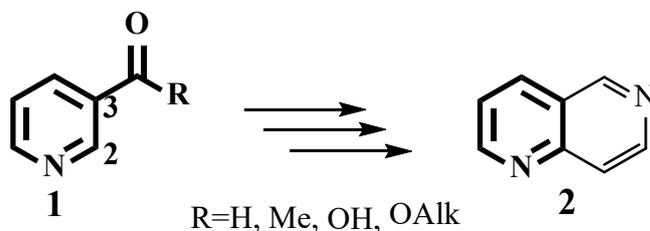
Получение 1,6-нафтиридинов из производных пиридина путем достройки по положению 2,3 (обзор) Часть 1

В статье рассмотрены реакции синтеза 1,6-нафтиридинов из различных производных пиридина, таких как никотиновый альдегид, 3-метоксипиридин, никотиновая кислота и ее сложные эфиры, путем достройки по положению 2,3.

Ключевые слова: 1,6-нафтиридин, никотиновый альдегид, метоксипиридин, никотиновая кислота, сложный эфир никотиновой кислоты.

В литературе, касающейся методов получения 1,6-нафтиридинов, широко представлены реакции пиридина в качестве исходного реагента для построения новой гетероциклической системы. В этой статье мы рассмотрим синтезы с использованием функциональных пиридинов **1**, в которых достройка нового гетероцикла к существующему с образованием замещенных 1,6-нафтиридинов **2** происходит по положению 2,3 (схема 1).

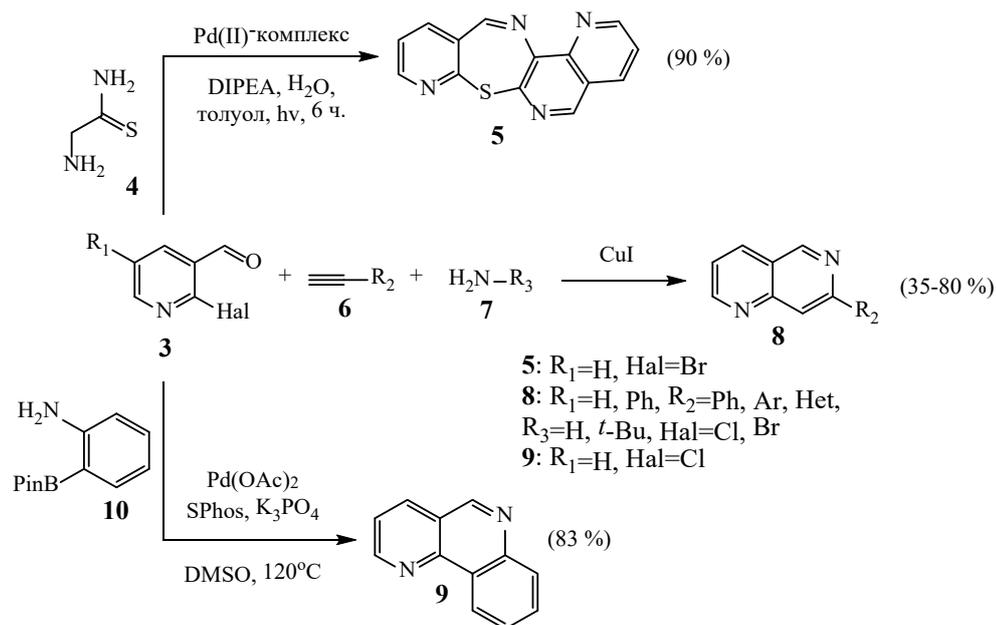
Схема 1



В зависимости от строения R все проанализированные нами реакции были разделены на четыре группы.

1. Реакции с никотиновым альдегидом

Прямое взаимодействие 2-бромникотинальдегида **3** с 2-аминоэтантоамидом **4** в присутствии комплексов Pd(II) приводит к образованию пиридити-азепино-1,6-нафтиридина **5** [15] (схема 2).

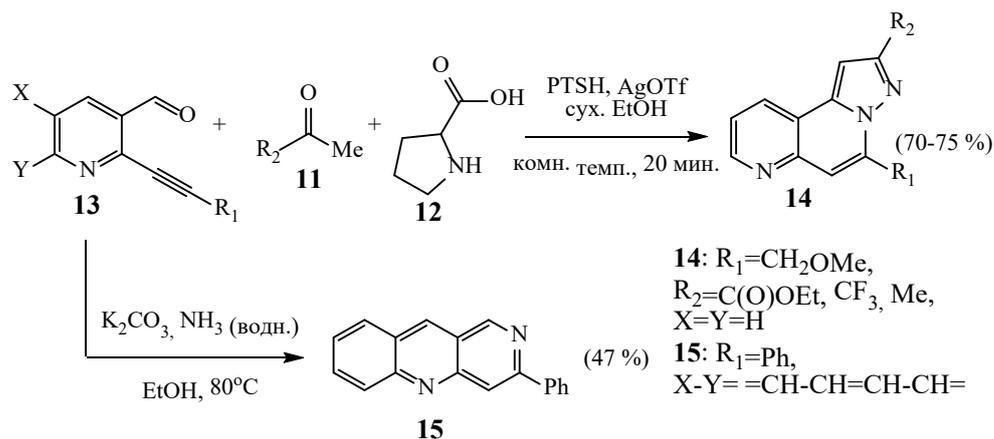


DIPEA – диизопропилэтиламин

SPhos – 2-дициклогексилфосфино-2',6'-диметоксибифенил

Трехкомпонентная конденсация 2-галогенникотинальдегидов **3**, с алкинами **6** и первичными аминами различного строения **7** приводит к образованию 7-замещенных 1,6-нафтиридинов **8**. Реакция идет в присутствии йодида меди (I). Для синтеза бензо[*h*][1,6]нафтиридина **9** из 2-хлорникотинового альдегида **3** и пинаколового эфира (2-аминофенил)бороновой кислоты **10** используется катализируемый палладием каскадный процесс (схема 2) [3; 5; 12; 18]. Конденсируясь с кетонами **11** и пролином **12**, алкинсодержащие никотиновые альдегиды **13** образуют пиразоло[5,1-*f*][1,6]нафтиридины **14**. Смесь 2-(2-фенилэтинил)хинолин-3-карбальдегида **13** и K_2CO_3 в этаноле при конденсации с избытком водного раствора NH_3 при 80°C дает 3-фенилбензо[*b*][1,6]нафтиридин **15** (схема 3) [7; 14].

Схема 3

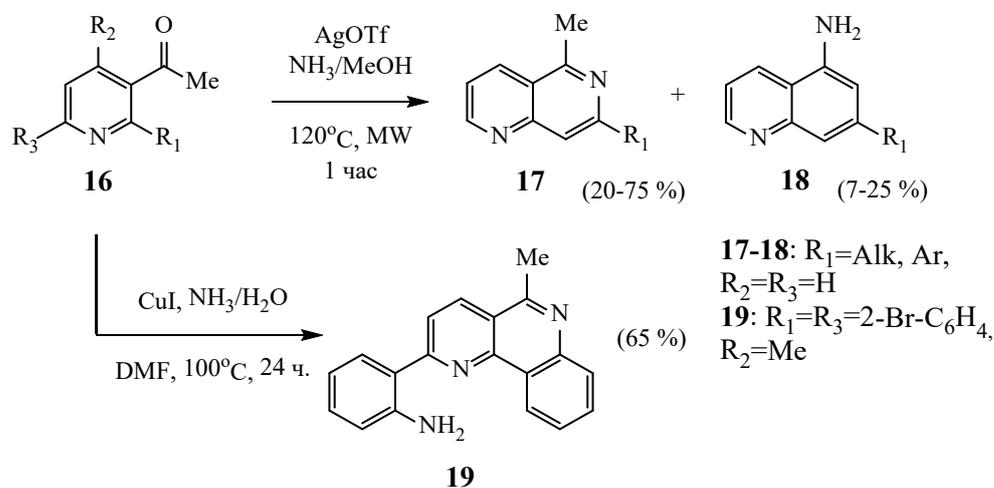


PTSН – п-толуолсульфонилгидразид
 AgOTf – трифторметансульфонат серебра

2. Реакции с 3-метоксипиридином

Домино-реакция 3-ацетил-2-алкинилпиридинов **16** в присутствии аммиака, катализируемая серебром при микроволновом облучении, приводит к 7-замещенным 5-метил-1,6-нафтиридинам **17**. В качестве побочного продукта также образуется 7-замещенный хиолин-5-амин **18**. Обработка 1-(2,6-бис(2-бромфенил)-4-метилпиридин-3-ил)этанона **16** аммиаком в присутствии CuI приводит к образованию производного бензо[*h*][1,6] нафтиридин-2-ил)анилина **19** (схема 4) [6; 9].

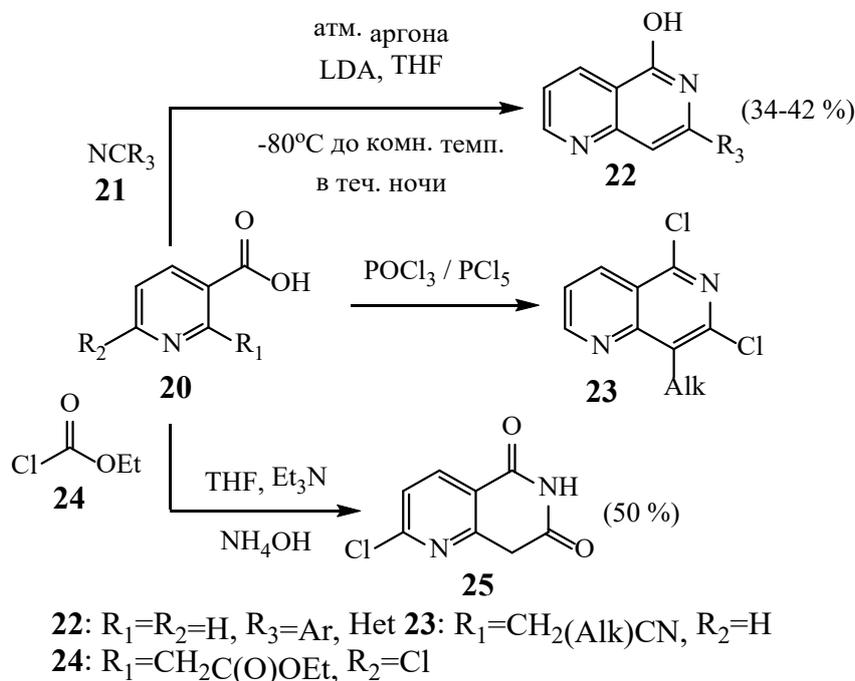
Схема 4



3. Реакции с никотиновой кислотой

Никотиновая кислота **20** в реакциях с нитрилами **21** образует 7-замещенную 1,6-нафтиридин-5-карбоновую кислоту **22** (схема 5) [8; 10; 19].

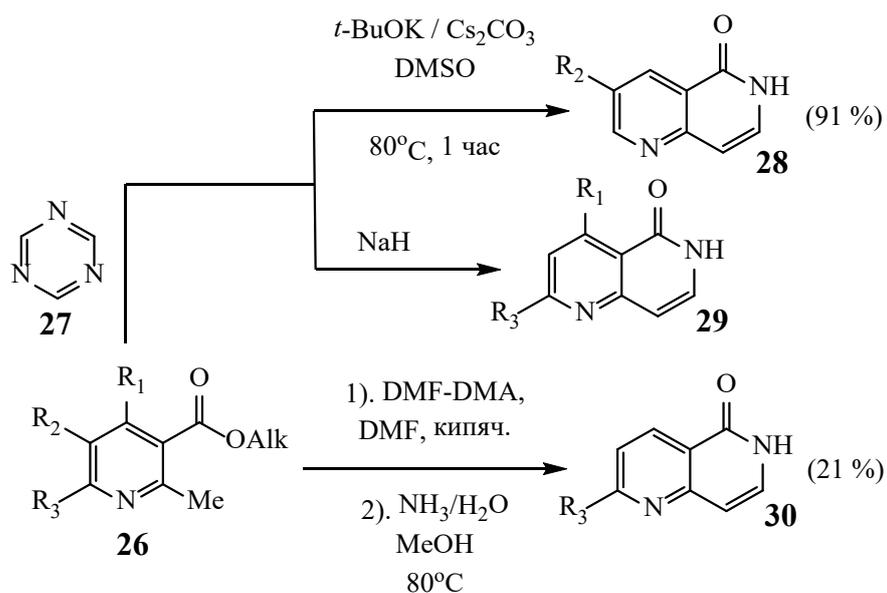
Схема 5



2-Алкилзамещенная никотиновая кислота **20** при нагревании в присутствии POCl₃ или PCl₅ дает 8-алкил-2,7-дихлор-1,6-нафтиридины **23**. Для получения 2-хлор-1,6-нафтиридин-5,7(6H,8H)-диона **24** к 6-хлор-2-(2-оксоэтил-2-этокси)никотиновой кислоте **20** в THF добавили триэтиламин. Смесь охладил до 0°C, после чего по каплям добавили хлор(этокси)метанон **25**, а затем и гидроксид аммония (схема 5) [11; 22].

4. Реакции со сложными эфирами никотиновой кислоты

Реакция аннелирования функциональных сложных эфиров 3-метилникотиновой кислоты **26** и 1,3,5-триазина **27** в различных условиях может приводить к 3-галогензамещенным или к 4,6-дигалогензамещенным и 3-замещенным 1,6-нафтиридин-5(6H)-онам **28**, **29** и **30** (схема 6) [1; 2; 16; 20].

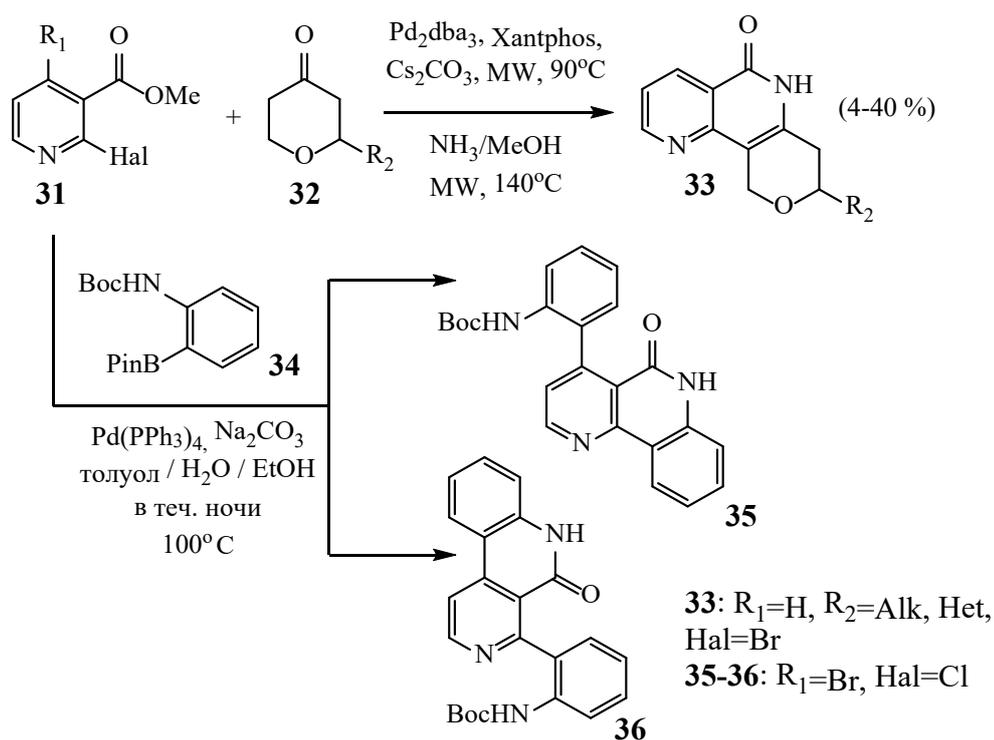


28: $\text{R}_1=\text{R}_3=\text{H}$, $\text{R}_2=\text{Cl}$, Br, I, Alk=Me, Et, *n*-Pr, *n*-Bu

29: $\text{R}_1=\text{R}_3=\text{Cl}$, $\text{R}_2=\text{H}$. Alk=Et

30: $\text{R}_1=\text{R}_2=\text{H}$, $\text{R}_3=\text{CF}_3$, Alk=Et

Галогенсодержащие метиловые эфиры никотиновой кислоты **31** в реакции с монозамещенным тетрагидро-4*H*-пиран-4-онами **32** дают пиранонафтиридины **33**, а в конденсации с **34** образует изомерные нафтиридины **34** и **35** (схема 7) [17; 21].

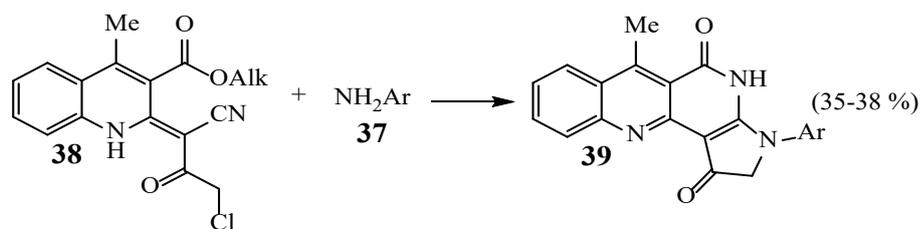


Pd_2dba_3 – трис(добензилиденацетон)дипалладий (0)

Xantphos – 4,5-бис(дифенилфосфино)-9,9-диметилксантен

При взаимодействии с ароматическими аминами **37** в мягких условиях сложный эфир 3-хинолинкарбоновой кислоты **38** дает бензо[*b*]-пирроло[2,3-*h*]-1,6-нафтиридин-1,5(1*H*)-дионы **39** (схема 8) [4].

Схема 8



$\text{Alk}=\text{Me}, \text{Et}$

$\text{Ar}=\text{4-Br-C}_6\text{H}_4, \text{4-Cl-C}_6\text{H}_4, \text{3,5-ди-Ме-C}_6\text{H}_3$

Мы рассмотрели реакции синтеза 1,6-нафтиридинов из никотиновых альдегидов, 3-метоксипиридинов, никотиновой кислоты и ее сложных эфиров. Во всех реакциях C5-атом конечного продукта – это углерод карбониль-

ной группы исходного вещества. Источником атома азота в достраиваемом гетероцикле может быть как функциональный пиридин, так и амины, амиды, азины, реагирующие с ним. В качестве катализаторов процессов часто используются комплексы палладия, меди и серебра. Выходы конечных продуктов в большинстве синтезов – от умеренных до высоких.

Список литературы

1. **Bio M.** Method for the Preparation of (1,2,4)-Triazolo(4,3-A)pyridines / M. Bio, E. Fang, J. E. Milne, S. Wiedemann, A. Wilsily. – 2014. – Pat. WO, № 210042. – 118 p.
2. **Boezio A. A.** Discovery of (R)-6-(1-(8-Fluoro-6-(1-methyl-1H-pyrazol-4-yl)-[1,2,4]triazolo[4,3-a]pyridin-3-yl)ethyl)-3-(2-methoxyethoxy)-1,6-naphthyridin-5(6H)-one (AMG 337), a Potent and Selective Inhibitor of MET with High Unbound Target Coverage and Robust In Vivo / A. A. Boezio, K. W. Copeland, K. Rex, B. K. Albrecht, S. F. Bellon et al. // *Journal of Medicinal Chemistry*. – 2016. – № 59 (5). – P. 2328–2342.
3. **Borah A.** Cascade C-C and C-N Bond Formation: A Straightforward Synthesis of Phenanthridines and Fused Quinolines / A. Borah, P. Gogoi // *European Journal of Organic Chemistry*. – 2016. – № 12 (2016). – P. 2200–2206.
4. **Degtyarenko A. S.** Synthesis of Heterocyclic Derivatives of Alkyl 2-(Cyanomethyl)-4-methyl-3-quinolinecarboxylates / A. S. Degtyarenko, A. A. Tolmachev, Y. M. Volovenko // *Journal of Heterocyclic Chemistry*. – 2011. – (48). – P. 1149–1153.
5. **Dellacqua M.** Palladium-Catalyzed, Microwave-Enhanced Three-Component Synthesis of Isoquinolines With Aqueous Ammonia / M. Dellacqua, G. Abbiati, E. Rossi // *Synlett*. – 2010. – № 17. – P. 2672–2676.
6. **Dell'Acqua M.** Silver-Catalysed Intramolecular Cyclisation of 2-Alkynylacetophenones and 3-Acetyl-2-Alkynylpyridines in the Presence of Ammonia / M. Dell'Acqua, G. Abbiati, A. Arcadi, E. Rossi // *Organic and Biomolecular Chemistry*. – 2011. – № 22 (9). – P. 7836–7848.
7. **Dore A.** Synthesis and SAR Study of Novel Tricyclic Pyrazoles as Potent Phosphodiesterase 10A Inhibitors / A. Dore, B. Asproni, A. Scampuddu, G. A. Pinna, C. T. Christoffersen et al. // *European Journal of Medicinal Chemistry*. – 2014. – (84). – P. 181–193.
8. **Fiegen D.** 4-Dimethylamino-Phenyl-Substituted Naphthyridines, and Use Thereof as Medicaments / D. Fiegen, S. Handschuh, M. Hoffman, T. Kono, Yayoi S. et al. – 2011. – Pat. US, № 0263549. – 32 p.
9. **He Y.** Zinc-Mediated One-Pot Tandem Reaction of Nitriles with Propargyl Bromides: An Access to 3-Alkynylpyridines / Y. He, Shenghai G., Xinying Z., Xuesen F. // *Journal of Organic Chemistry*. – 2014. – № 21 (79). – P. 10611–10618.
10. **Hoffman M.** Substituted Naphthyridines and Their Use as SYK Kinase Inhibitors / M. Hoffman, G. Dahmann, D. Feigen, S. Handschuh, J. Klicic et al. – 2011. – Pat. WO, № 092128. – 188 p.
11. **Hoffman M.** Substituted Naphthyridines and Use Thereof as Medicines / M. Hoffman, T. Bouyssou, G. Dahamn, H. Engelhardt, D. Fiegen et al. – 2011. – Pat. US, № 0201608. – 76 p.

12. **Karche N. P.** Heteroaryl Derivatives as PARP Inhibitors / N. P. Karche, A. R. Tilekar, S. P. Kurhade, G. R. Jadhav, N. R. Gupta et al. – 2017. – Pat. WO, № 029601. – 187 p.
13. **Kumar S.** Palladium Meets Copper: One-Pot Tandem Synthesis of Pyrido Fused Heterocycles: Via Sonogashira Conjoined Electrophilic Cyclization / S. Kumar, R. K. Saunthwal, T. Aggarwal, S. K. R. Kotla, Akhilesh K. V. // *Organic and Biomolecular Chemistry*. – 2016. – № 38 (14). – P. 9063–9071.
14. **Padhi S. K.** Photo-and Electrochemical Redox Behavior of Cyclometalated Ru(II) Complexes Having a 3-Phenylbenzo[b][1,6]naphthyridine Ligand / Padhi S. K., Tanaka K. // *Inorganic Chemistry*. – 2011. – № 21 (50). – P. 10718–10723.
15. **Pola S.** Synthesis of New Fused Heterocyclic Aromatic Hydrocarbons: Via C-S and C-C Bond Formation by C-H Bond Activation in the Presence of New Pd(II) Schiff's Base Complexes / S. Pola, Y. Bhongiri, R. Jadhav, P. Ch, G. Venkanna // *RSC Advances*. – 2016. – № 91 (6). – P. 88321–88331.
16. **Ramphal J. Y.** Anti-Fibrotic Pyridinones / J. Y. Ramphal, B. O. Buckman, K. Emayan, J. B. Nicholas, S. D Seiwert. – 2015. – Pat. WO, № 153683. – 339 p.
17. **Seok S. H.** Trace Derivatives of Kynurenine Potently Activate the Aryl Hydrocarbon Receptor (AHR) / S. H. Seok, Z.-X. Ma, J. B. Feltenberger, H. Chen, H. Chen et al. // *Journal of Biological Chemistry*. – 2018. – № 6 (293). – P. 1994–2005.
18. **Shekarrao K.** Efficient Synthesis of Isoquinolines and Pyridines via Copper(I)-Catalyzed Multi-Component Reaction / K. Shekarrao, P. P. Kaishap, S. Gogoi, R. C. Boruah // *RSC Advances*. – 2014. – № 27 (4). – P. 14013–14023.
19. **Shuttleworth S. J.** Naphthyridine Derivatives as PI3K Inhibitors for the Treatment of Cancer and Immune-Inflammatory Disease / S. J. Shuttleworth, F. A. Silva. – 2013. – Pat. US, № 0109688. – 15 p.
20. **Vasudevan A.** Bicyclic Inhibitors of ALK / A. Vasudevan, T. D. Penning, H. Chen, B. Liang, S. Wang et al. – 2012. – Pat. US, № 097683. – 110 p.
21. **Vicente J.** Fragment-Based Drug Design of Novel Pyranopyridones as Cell Active and Orally Bioavailable Tankyrase Inhibitors / J. Vicente, Tivitmahaisoon, P. Berry, D. R. Bolin, Daisy Carvajal et al. // *ACS Medicinal Chemistry Letters*. – 2015. – № 9 (6). – P. 1019–1024.
22. **Wagman A. S.** Compounds for Inhibiting mTOR / A. S. Wagman, R. J. Johnson, H. Cai, L. W. Hu. – 2017. – Pat. WO, № 031427. – 184 p.

**Perepechay A.A.,
Dyachenko V.D.**

Synthesis of 1,6-Naphthyridines from Pyridine Derivatives by Completion to 2,3-Position (Review). Part 1

1,6-Naphthyridines synthesis reactions from different pyridine derivatives such as nicotinaldehyde, 3-methoxypyridine, nicotinic acid and its esters by completion to 2,3-position is considered in the article.

Key words: *nicotinaldehyde, 3-methoxypyridine, nicotinic acid, ester of nicotinic acid.*

Тихий Александр Александрович,
канд. физ.-мат. наук,
докторант кафедры химии и биохимии
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
ea0000ffff@mail.ru

Электронная структура и фотофизические свойства замещенных пиридинов

В работе представлен краткий обзор литературных источников, посвященных электронной структуре и оптическим спектрам пиридина, а также влиянию на них заместителей.

Ключевые слова: замещенные пиридины, электронная структура, оптические спектры.

Пиридин является основой множества органических соединений, в числе которых имеются и разнообразные флуоресцентные красители. Для понимания оптических свойств последних особенно важно знание электронной структуры пиридина, а также влияния на неё различных заместителей.

Пиридин, как производное бензола, является ароматическим соединением. Электронная структура его молекул хорошо известна [1–3]. Атом азота, как и атомы углерода, находится в sp^2 -гибридном состоянии, а, следовательно, молекула пиридина является плоской. Линейная комбинация шести атомных орбиталей $2p_z$ дает шесть делокализованных молекулярных π -орбиталей (π -МО), три из которых являются связывающими и три разрыхляющими (рис. 1).

В отличие от бензола, π_2 и π_3 , а также π_4^* и π_5^* орбитали не вырождены, потому что узловая плоскость, с одной стороны, делит пополам σ -структуру между С-атомами 2, 3 и 5, 6, а с другой стороны проходит между атомом азота и С-4. Каждый атом вносит по одному электрону в сопряженную систему цикла. Шесть электронов попарно занимают три связывающих π -МО. Атом азота снижает энергию делокализованных π -МО пиридина по сравнению с бензолом ($\pi_1 = -12,25$ эВ, $\pi_2 = \pi_3 = -9,24$ эВ), что приводит к стабилизации π -системы.

Неподелённая электронная пара азота находится вне сопряжения (за кольцом) и располагается на sp^2 -гибридной орбитали. Электроны неподеленной пары полностью занимают доступную n -орбиталь. Негибридная p -орбиталь атома азота участвует в образовании общего π -электронного облака, на которой располагается один электрон, поэтому пиридин обладает ярко выраженными ароматическими свойствами.

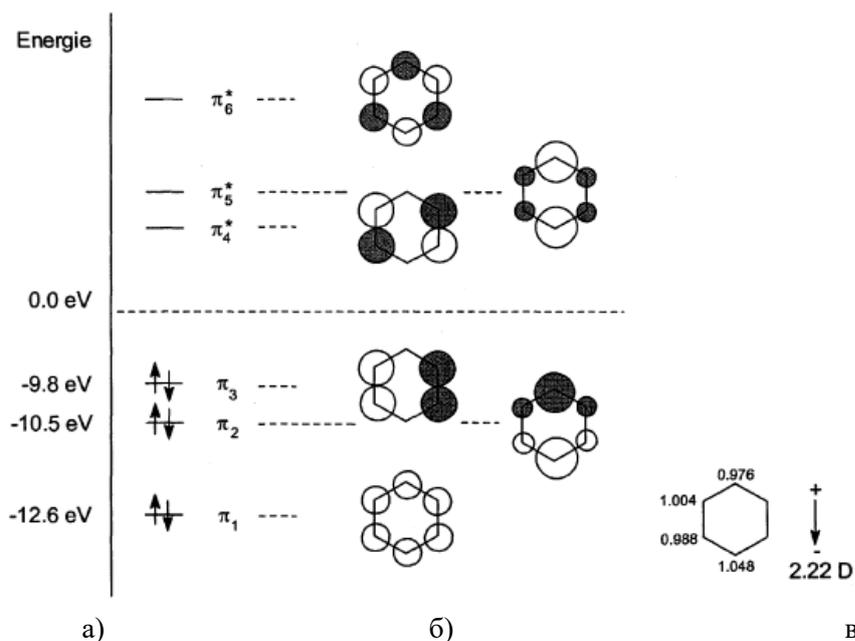


Рис. 1. Структура π -орбиталей пиридина: схема энергетических уровней и их заселённость (а), локализация (б), электронная плотность и дипольный момент (в). (Атом азота расположен в нижнем углу шестигранника) [2].

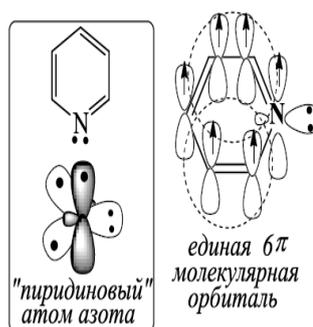


Рис. 2. Локализация p -орбиталей пиридина

Атом азота, по сравнению с атомом углерода, является более электроотрицательным, а следовательно, азот смещает на себя σ - и π -электронную плотность, обедняя тем самым α - и γ -положения кольца. При этом атомы углерода получают частично положительные заряды, т.е. они являются электронодефицитными, а молекула пиридина полярной. Кроме того, атом азота определяет стабильность поляризованных резонансных структур, в которых он заряжен отрицательно – структуры 3, 4, 5. Эти структуры вместе со структурами 1, 2 вносят вклад в строение молекулы пиридина (рис. 3).

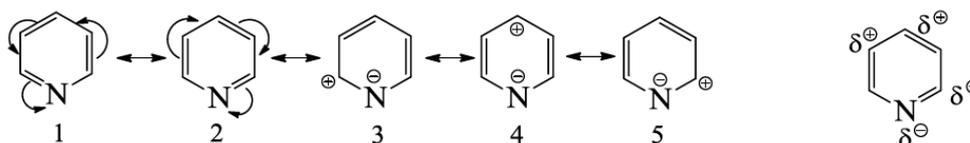


Рис. 3. Резонансные структуры пиридина

В молекуле пиридина нет полного выравнивания электронной плотности в отличие от молекулы бензола. Длина связей в молекуле пиридина (рис. 4) указывает на делокализацию π -электронной плотности, а ее стремление к выравниванию является одним из критериев ароматичности. Неравномерное распределение электронной плотности подтверждается данными величин эффективных зарядов атомов пиридина и длинами связей. В пиридине индуктивный и мезомерный эффекты имеют одну и ту же направленность к атому азота, вызывая появление положительного заряда во 2-ом и 4-ом положениях; пиридин – это электронодефицитный или π -дефицитный гетероцикл.

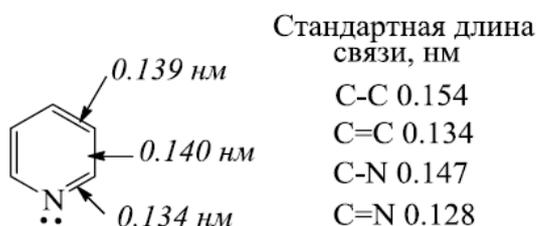


Рис. 4. Длины связей в молекуле пиридина

Геометрия молекулы и спектроскопические свойства пиридина аналогичны бензолу [3]. Существенная разница между ними заключается в большей интенсивности и отсутствии колебательной структуры длинноволновой полосы пиридина. Оба эти факта можно объяснить пониженной симметрией пиридина (точечная группа C_{2v}) по сравнению с симметрией бензола (D_{6h}). В то время, как в бензоле наиболее длинноволновая полоса ${}^1B_{2u} \leftarrow {}^1A_{1g}$ (${}^1L_b \leftarrow {}^1A$) запрещена, поэтому является слабой и явно демонстрирует вибронное взаимодействие, делающее её частично разрешенной, соответствующий переход в пиридине разрешен и разрешен. Однако интенсивность этой полосы все еще невысока ($\epsilon \sim 2000$); что значительно меньше, чем у типичного $V \leftarrow N$ перехода, указывая на то, что искажение облака π -электронов от симметрии невелико. Некоторая колебательная структура, типичная для запрещенной бензольной полосы, проявляется и в разрешенном пиридиновом переходе, но она гораздо менее заметна. Более коротковолновые полосы пиридина несколько сдвинуты как по длине волны, так и по интенсивности, но они различимы и относятся к тем же переходам, что и у бензола.

Таблица 1

Сравнение основных полос поглощения бензола и пиридина

Длина волны, нм.	Интенсивность	Отнесение
Пиридин в этаноле		
251	(3.30)	$\pi \rightarrow \pi^*$
270	(sh)	$n \rightarrow \pi^*$
Бензол в гексане		
208	(3.90)	
262	(2.41)	$\pi \rightarrow \pi^*$

Влияние заместителей, передаваемые через пиридиновый цикл, не всегда напоминают эффекты, передаваемые через бензольную систему [4], особенно когда это касается электронных взаимодействий экзоциклических заместителей с атомом азота. Последний атом наиболее чувствителен к эффектам, передаваемым из 2-го положения цикла [5]. Эффекты заместителей имеют примерно на 70% индуктивный характер, когда они передаются из 2-го и 3-го положения, в то время как для заместителей в 4-м положении также выражен и резонансный характер. При этом величина индуктивной составляющей влияния 4(-M) заместителей составляет те же 70%, но для 4(+M) заместителей она составляет лишь около 50% [6]. Эти факторы и другие доступные данные показывают, что заместители 4(-M) не подвергаются эффективному резонансному сопряжению с атомом азота [7-12].

Спектры монозамещенных пиридинов, в которых заместители не способны к прямому резонансному сопряжению с кольцевым атомом азота, следует рассматривать как спектры мета-дизамещенных бензолов. Согласно Форбсу и соавторам [13-22], спектры последних молекул являются результатом перекрытия спектров соответствующих монозамещенных бензолов. Считается, что самая длинноволновая полоса сильного разрешенного перехода в спектре бензолов, несущих электроноакцепторные заместители, связана с «внутримолекулярным переносом заряда» от ВЗМО бензольного кольца к НСМО заместителя [23].

Влияние большого количества конкретных заместителей на спектры оптического поглощения производных бензола и пиридина подробно рассмотрено в работе [24], где для его описания использован подход, основанный на уравнении Гаммета. На основании данного уравнения изменение частоты линий поглощения описывается выражением

$$\Delta\nu = \sigma_{UV,k} \zeta_{UV,k} + const, \quad (1)$$

где $\sigma_{UV,k}$ – спектральные константы заместителей [25–28].

Сравнения проводятся отдельно в пределах ряда, содержащего все заместители +M, I \approx 0; -M, -I и +M, -I типы соответственно, следуя правилам [25–28] применения уравнения (1). Все 2-, 3- и 4-монозамещенные пиридины формально можно рассматривать как *o*-, *m*- и *p*-замещенные бензолы

соответственно. Поэтому сдвиги полосы 1L_a в спектрах соответствующей серии сравнивались с $\sigma_{UV,ki}$, $\sigma_{UV,km}$, $\sigma_{UV,kp}$ и, соответственно. Результаты сравнения указывают на еще одну особенность взаимодействий в соответствующих спектральных сериях бензола и пиридина. Как в 2 (+M), так и в 4 (+M) пиридиновом ряду мезомерное донорство заместителей +M в определенной степени компенсирует -M, -I взаимодействие азаатома. Следовательно, отношения $\zeta_{UV,benz}/\zeta_{UV,pyr}$ ниже 1 и уменьшается в случае 4 (+M) замещенного ряда пиридина, потому что в возбужденном $\pi \rightarrow \pi^*$ (синглет \rightarrow синглет) состоянии мезомерные взаимодействия между азаатом и 4-заместителем также сильнее, чем между азаатом и 2-заместителями. То же самое наблюдается в равновесном процессе (pK_a) [29]. Отношения $\zeta_{UV,benz}/\zeta_{UV,pyr}$ для ряда 2 (-M) и 4 (-M) замещенный ряд пиридина значительно больше 1 и снова выше в случае 4-замещенного ряда пиридина из-за слабого мезомерного азаатомного взаимодействия -4 (-M) заместителя [7]. Мезомерное взаимодействие между заместителями и азаатомом в 3-замещенных пиридинах выражено слабо. Электронодонорное возмущение π -электронной системы из-за азаатома, выраженное соотношением $\zeta_{UV,benz}/\zeta_{UV,pyr}$, почти пропорционально уменьшается за счет заместителя +M и таким же образом усиливается заместителями -M. Следовательно, имеется два почти параллельных корреляционных линии, соответствующие заместителям указанных типов.

Азаатом известен как довольно сильный заместитель -M, -I в кинетических и равновесных процессах [25], но его спектральные свойства иные. Различные экзоциклические заместители, рассматриваемые в качестве формальных реакционных центров в спектральной серии (т.е. аналогично азаатому в данном случае), сильно изменяют наклоны зависимости (1) [25-28] для монозамещенных бензолов. В отличие от всех экзоциклических заместителей азаатом лишь незначительно влияет на эти наклоны и, следовательно, является слабым спектроскопическим заместителем. Это происходит из-за слабой мезомерной конъюгации между азаатомом и экзоциклическими заместителями и относительно короткой π -сопряженной системы.

Дизамещенные пиридины формально можно рассматривать как тризамещенные бензолы, однако аддитивность $\sigma_{UV,k}$ серьезно ограничена, и поэтому пиридиновый цикл рассматривается здесь как исходная структурная единица. Корреляции $\sigma_{UV,k}$ связанные со сдвигом полосы 1L_a , показывают, что эффекты заместителей во всех сериях 2,5-дизамещенных производных пиридина и их бензольных аналогов на самом деле регулярны, но не параллельны; отношения $\zeta_{UV,benz}/\zeta_{UV,pyr}$ почти всегда больше 1. Спектры 2,5-дизамещенных соединений, несущих формальные реакционные центры в положении 5, по положению полосы 1L_a напоминают их структурные изомеры, то есть их с формальными реакционными центрами в положении 2 и переменными заместителями в положении 5. Это правило не соблюдается полностью в случае ацетамидопиридинов, возможно, из-за электромерии, имеющей место в ацетамидной группе, и другого влияния на нее азаатома. Следует отметить, что при возникновении таутомерии пиридинол-2 \leftrightarrow 1-Н-пиридон-2 соответствующие точки для группы 2-ОН, конечно, отклоняются от корреляции.

Таким образом, участие азаатома в сопряженной π -электронной системе в возбужденном состоянии $\pi \rightarrow \pi^*$ (синглет-синглет) не слишком существенно, и его влияние зависит в основном от электронных свойств как экзоциклических заместителей, так и в гораздо меньшей степени от положений обеих последних групп по отношению к азаатому.

Выводы: Рассмотрена электронная структура пиридина, а также механизмы и результаты влияния заместителей на его электронную структуру и спектры, в зависимости от величины и знака их индуктивного и мезомерного эффектов. В этом контексте пиридин подобен бензолу, однако асимметрия молекулы, вносимая атомом азота, порождает большее многообразие свойств. Так молекула пиридина обладает дипольным моментом, а влияние различных заместителей зависит от их положения в пиридиновом цикле. Значения спектрального сдвига полос поглощения замещенных пиридинов может быть вычислено на основании уравнения Гаммета.

Список литературы

1. **Анисимова Н.А.** Химия гетероциклических соединений. Ч. 1. Основы номенклатуры. Моногетероциклические соединения с одним гетероатомом: учеб. пособие / Н.А. Анисимова // ВШТЭ СПб ГУПТД. – СПб., 2017. – 81 с.
2. **Theophil Eicher** The Chemistry of Heterocycles. Structure, Reactions, Syntheses, and Applications Second, / Theophil Eicher, Siegfried Hauptmann, Andreas Speicher // WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA, Weinheim Strauss Offsetdruck GmbH, Mörlenbach 2003. – 568 P.
3. **Abu-eittah R.H. a** Electronic Spectroscopy of Composite Heterocyclic Molecules, Effect of Intramolecular H-Bonding. / R.H. a Abu-eittah // LSU Historical Dissertations and Theses, 1965. – 1061–175 P.
4. **Tomasik P.** Applications of the Hammett Equation to Heterocyclic Compounds / P. Tomasik, C.D. Johnson // Adv. Heterocycl. Chem. – 1976. – V. 20. – P. 1–64.
5. **Charton M.** Electrical Effects of *ortho*-Substituents in Pyridines and Quinolines / M. Charton // J. Am. Chem. Soc. – 1964. – V. 86, № 10. – P. 2033–2037.
6. **Tomasik P.** Reexamination of the application of linear free energy relationships to the azaheterocyclic systems. I. Substituent effects on the basicity of monocyclic azines / P. Tomasik, R. Zalewski // Chem. Zvesti. – 1977. – V. 31, № 2. – P. 246–253.
7. **Essery J.H.** The influence of steric factors on the properties of 4-nitropyridines / J.H. Essery and K. Schofield // J. Chem. Soc. – 1963. – P. 2225–2227.
8. **Katritzky A.R.** Infrared intensities as a quantitative measure of intramolecular interactions. VI. Pyridine, pyridine 1-oxide, and monosubstituted derivatives. The ν_{16} band near 1600 cm^{-1} . / A.R. Katritzky, C.R. Palmer, F.J. Swinbourne, T.T. Tidwell, R.D. Topsom // J. Am. Chem. Soc. – 1969. – V. 91 № 3. – P. 636–641.
9. **Johnson C.D.** The applicability of hammett acidity functions to substituted pyridines and pyridines 1-oxides / C.D. Johnson, A.R. Katritzky, B.J. Ridgwell, N. Shakir, A.M. White // Tetrahedron. – 1965. – V. 21. – P. 1055–1059.
10. **Pasternak E.E.** Electronic properties of the pyridyl groups as the substituents of the benzene nucleus. I. / E.E. Pasternak, P. Tomasik // Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Chim. – 1975. – V. 23. – P. 57–63.

11. **Thomas A.** Syntheses with aromatic nitramines. II. / A. Thomas, P. Tomasik, G. Herman-Matusiak // *Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Chim.* – 1975. – V. 23. – P. 311–315.
12. **Pasternak E.E.** Electronic properties of the pyridyl groups as the substituents of the benzene nucleus. III. / E.E. Pasternak, P. Tomasik // *Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Chim.* – 1975. – V. 23. – P. 923–930.
13. **Forbes W.F.** Light absorption studies: Part V. The relation of mesomeric effects and ultraviolet light absorption spectra / W.F. Forbes, A.S. Ralph // *Can. J. Chem.* – 1956. – V. 34. – P. 1447–1456.
14. **Forbes W.F.** Light absorption studies: Part VII. Concerning the relation between the infrared carbonyl stretching bands and ultraviolet spectra (B-bands) in ring substituted acetophenones / W.F. Forbes, W.A. Mueller // *Can. J. Chem.* – 1957. – V. 35. – P. 488–499.
15. **Forbes W.F.** Light absorption studies: Part VIII. The secondary band of acetophenones and benzoic acids in ultraviolet spectra / W.F. Forbes, W.A. Mueller, A.S. Ralph, J.F. Templeton // *Can. J. Chem.* – 1957. – V. 35. – P. 1049–1059.
16. **Forbes W.F.** Light-absorption studies: Part X. Ultraviolet spectra in acid and basic media – some further observations on the ortho effect / W.F. Forbes, A.S. Ralph // *Can. J. Chem.* – 1958. – V. 36. – P. 869–878.
17. **Forbes W.F.** Light absorption studies: Part XI electronic absorption spectra of nitrobenzenes / W.F. Forbes // *Can. J. Chem.* – 1958. – V. 36. – P. 1350–1361.
18. **Dearden J.C.** Light absorption studies: Part XII. Ultraviolet absorption spectra of benzaldehydes / J.C. Dearden, W.F. Forbes // *Can. J. Chem.* – 1958. – V. 36. – P. 1362–1370.
19. **Forbes W.F.** Light absorption studies: Part XIII. The electronic absorption spectra of ring-substituted anilines / W.F. Forbes, I.R. Leckie // *Can. J. Chem.* – 1958. – V. 36. – P. 1371–1380.
20. **Dearden J.C.** Light absorption studies: Part XIV. The ultraviolet absorption spectra of phenols / J.C. Dearden, W.F. Forbes // *Can. J. Chem.* – 1959. – V. 37. – P. 1294–1304.
21. **Dearden J.C.** light absorption studies: Part XV. The ultraviolet absorption spectra of phenols / J.C. Dearden, W.F. Forbes // *Can. J. Chem.* – 1959. – V. 37. – P. 1305–1314.
22. **Forbes W.F.** Light absorption studies: Part XVI. The ultraviolet absorption spectra of fluorobenzenes / W.F. Forbes // *Can. J. Chem.* – 1959. – V. 37. – P. 1977–1985.
23. **Nagakura S.** The Relation between Energy Levels of Substituent Groups and Electron Migration Effects in Some Monosubstituted Benzenes / S. Nagakura, J. Tanaka // *J. Chem. Phys.* – 1954. – V. 22. – P. 236–240.
24. **Tomasik , P.** Linear free energy approach to the substituent effects in ultraviolet absorption spectra of pyridines. I. Mono- and disubstituted pyridines / P. Tomasik, A. Żakowicz // *Chem. zvesti.* – 1977. – V. 31, № 2. – P. 254–264.
25. **Tomasik P.** Reactivity of azaheterocyclic systems in view of linear free energy relationships and related equations. (in Polish). / P. Tomasik // *Prace Nauk. Inst. Chem. Technol. Nafty i Wegla Politechniki Wroclawskiej*, 16 Ser. Monografie. 1973. – V. 4. – P. 3–90.

26. **Tomasik P.** The Hammett-type approach to the substituent effects in the UV-absorption spectra of aromatic compounds. I. / P. Tomasik, T.M. Krygowski // Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Chim. – 1974. – V. 22. – P. 443–456.
27. **Tomasik P.** The Hammett-type approach to the substituent effects in the UV-absorption spectra of aromatic compounds. II. / P. Tomasik, T.M. Krygowski // Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Chim. – 1974. – V. 22. – P. 877–887.
28. **Tomasik P.** The Hammett-type approach to the substituent effects in the UV-absorption spectra of aromatic compounds. / P. Tomasik, T.M. Krygowski, T. Chelathurai // Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Chim. – 1974. – V. 22. – P. 1065–1074.
29. **Charton M.** Electrical Effects of *ortho*-Substituents in Pyridines and Quinolines / M. Charton // J. Amer. Chem. Soc. – 1964. – V. 86.– P. 2033–2037.
30. **Tomasik P.** Quantitative approach to the structural effects in the UV-absorption spectra of monocyclic aromatic compounds. / P. Tomasik, E. Kucharzewska-Rusek, W. Drzeniek // Pr. Nauk. Inst. Chem. Technol. Nafty i Wegla Politechniki Wroclawskiej, 10, Ser. Studia i Materialy. 1972. – V. 10. – P. 169–173.

Tikhii A.A.

Electronic structure and photophysical properties of substituted pyridines.

The paper presents a brief review of the literature on the electronic structure and optical spectra of pyridine, as well as the effect of substituents on them.

Key words: *substituted pyridines, electronic structure, optical spectra.*

КОСОГОВА ТАТЬЯНА МИХАЙЛОВНА

(к 70-летию со дня рождения)



18 января 2021 года исполнилось 70 лет кандидату биологических наук, доценту кафедры биологии факультета естественных наук ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ», прекрасному человеку, самоотверженному ученому, физиологу растений, истинному педагогу и преподавателю более чем с 50-летним стажем работы Татьяне Михайловне Косоговой.

Жизненный, педагогический и профессиональный путь Татьяны Михайловны достаточно интересен и богат. Она родилась и выросла в г. Луганске, в семье рабочих. Педагогический талант проявился еще в юные годы жизни преподавателя. Школьные годы прошли в стенах средней школы №11 г. Луганска, после окончания которой, в 1968 году, Татьяна Михайловна обучалась на заочном отделении Лисичанского педагогического училища и параллельно работала воспитателем в детском саду-ясли №108 г. Луганска.

После окончания педагогического училища Т.М. Косогова поступила и обучалась на естественно-географическом факультете Луганского государственного педагогического института имени Т.Г. Шевченко по специальности «Биология и химия». В 1979 году, после окончания института и получения диплома о высшем образовании, она работала учителем биологии и химии в Б-Суходольской средней школе. В 1980 году Т.М. Косогова была принята на должность ассистента кафедры ботаники Ворошиловградского государ-

ственного педагогического института, где проявила себя как молодой и перспективный ученый. В 1983 году Татьяна Михайловна поступает в целевую аспирантуру Московского областного педагогического института имени Н.К. Крупской на кафедру ботаники. В 1987 году Т.М. Косогова защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.12 – физиология растений (Академия наук Литвы, г. Вильнюс). После защиты диссертации и получения ученой степени Татьяне Михайловне поступали приглашения на работу из многих ведущих вузов страны, но, будучи истинным патриотом нашего края, она остается в родном Луганске. С 1986 года Т.М. Косогова работала ассистентом, старшим преподавателем, а с 1991 года – доцентом кафедры ботаники Луганского государственного педагогического университета имени Тараса Шевченко. В 1992 году ей присвоено ученое звание доцента кафедры ботаники. С 1998 года по 2001 год Татьяна Михайловна училась в докторантуре Киевского национального университета имени Тараса Шевченко (специальность – физиология растений). После окончания докторантуры с сентября 2001 года по сентябрь 2006 года – доцент кафедры ботаники, а затем – доцент кафедры садово-паркового хозяйства и экологии Луганского национального педагогического университета имени Тараса Шевченко. В 2003 году Косогова Т.М. проходила стажировку по экологии в США (штат Вирджиния) по программе «Общественные связи», где обрела интересный опыт в сфере природоохраны и изучения малоотходных технологий. С 2006 года по 31 августа 2017 года она – доцент кафедры земледелия и экологии окружающей среды Луганского национального аграрного университета, с 1 сентября 2017 года – доцент кафедры садово-паркового хозяйства и экологии Луганского национального университета имени Тараса Шевченко, а с августа 2020 года – доцент кафедры биологии Луганского государственного педагогического университета.

Косогова Т.М. является действительным членом Общества физиологов растений РАН (членский билет №904). В сентябре 2019 года Татьяна Михайловна принимала участие в IX Съезде Общества физиологов растений России и Всероссийской научной конференции с международным участием «Физиология растений – основа создания растений будущего» в г. Казань и выступила с докладом «Освещенность в агроценозах степи с участием сорго и подсолнечника».

Научная деятельность и направления исследований Т.М. Косоговой связаны с изучением влияния физических (спектральный состав света) и химических факторов на процессы роста и развития С3– и С4–растений агроценозов, содержания и активности RUBISCO, анатомии побега; фитоиндикации природных процессов, эколого-физиологических характеристик растений природной флоры, которые перспективны для целей фитомелиорации; охраны редких растений и ландшафтов; изучением флоры и растительности Луганской области; изучением городских экологических систем.

Преподавательская деятельность Татьяны Михайловны достаточно разнообразна. За свою педагогическую деятельность в стенах вузов г. Луганска ею были освоены и преподавались многочисленные дисциплины естественно-научного цикла. Косоговой разработаны лекционные и практические

курсы по физиологии растений, экологии, социозкологии, международному сотрудничеству в области охраны окружающей среды, охране биоты, урбо-экологии, экологическому инспектированию, экологической стандартизации и сертификации, управлению и обращению с отходами, микробиологии, экологии растений, животных, микроорганизмов, экологии леса, лесным культурам, озеленению населенных пунктов.

Т.М. Косогова является автором более 250 научных трудов и публицистических работ, учебно-методических пособий, статей, обзоров, научно-популярных очерков по вопросам физиологии растений и экологии, эколого-физиологических характеристик растений природной флоры, изучения флоры и растительности Луганской области и др.

Косогова Татьяна Михайловна награждена 10 Грамотами Министерства образования и науки Украины, двумя знаками «Отличник образования Украины», в 1998 году ей присвоено звание «Заслуженный учитель Украины», в 2019 году награждена Грамотой Луганского национального университета имени Тараса Шевченко за плодотворную работу, высокий профессионализм и весомый вклад в развитие педагогической деятельности университета.

Особое внимание следует уделить исключительным душевным и человеческим качествам преподавателя. Т.М. Косогова – глубоко порядочный, благородный, честный и совестливый человек, готовый прийти на помощь в любую минуту, прекрасный педагог и удивительная женщина. Главным жизненным принципом Т.М. Косоговой является честное и самоотверженное служение людям и науке. Татьяной Михайловной воспитано не одно поколение достойных специалистов-профессионалов, работающих в ведущих вузах ближнего и дальнего зарубежья.

*Ректорат ЛГУ ВО АНР
«ЛТТУ», коллектив преподавателей и
сотрудников университета, факультета естественных
наук, коллеги и друзья желают Татьяне Михайловне
крепчайшего здоровья, активного долголетия, благополучия,
неиссякаемого энтузиазма, продолжения сотрудничества
и новых успехов в благородном деле подготовки молодых
педагогов-биологов!*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андреева Ирина Владимировна, профессор кафедры урологии с курсом хирургических болезней Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор

Барышев Богдан Николаевич, аспирант кафедры химии и биохимии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет»

Бойченко Павел Константинович, заведующий кафедрой лабораторной диагностики, анатомии и физиологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», доктор медицинских наук, профессор

Виноградов Александр Анатольевич, профессор кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор

Волобуева Лариса Николаевна, доцент кафедры микробиологии и вирусологии Государственного учреждения Луганской Народной Республики «Луганский государственный медицинский университет имени Святителя Луки», кандидат медицинских наук, доцент

Домбровская Светлана Сергеевна, доцент кафедры биологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Дяченко Владимир Данилович, заведующий кафедрой химии и биохимии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», доктор химических наук, профессор

Дяченко Иван Владимирович, доцент кафедры химии и биохимии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», кандидат химических наук, доцент

Егоров Илья Валерьевич, магистрант кафедры химии и биохимии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет»

Жолудева Ирина Дмитриевна, доцент кафедры экологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный университет имени В. Даля», кандидат биологических наук

Землянский Дмитрий Владимирович, директор Государственного учреждения Луганской Народной Республики «Луганское общеобразовательное учреждение - средняя общеобразовательная школа №11», учитель географии и биологии

Климов Юрий Сергеевич, студент 4 курса Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет»

Коваль Евгений Сергеевич, ассистент кафедры биологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет»

Конопля Николай Иванович, профессор кафедры биологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Косогова Татьяна Михайловна, доцент кафедры биологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», кандидат биологических наук, доцент

Кочевенко Анастасия Анатольевна, фельдшер-лаборант гигиены труда санитарно-гигиенического отдела Государственной службы «Стахановская городская санитарно-эпидемиологическая станция» Министерства здравоохранения Луганской Народной Республики

Крадинова Елена Алексеевна, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Медицинской академии имени С.И. Георгиевского (структурное подразделение) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», доктор медицинских наук

Криничная Наталия Викторовна, доцент кафедры лабораторной диагностики, анатомии и физиологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», кандидат биологических наук, доцент

Левенец Сергей Валентинович, доцент кафедры лабораторной диагностики, анатомии и физиологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», кандидат медицинских наук, доцент

Литвинов Вадим Александрович, магистрант кафедры биологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет»

Москвин Александр Александрович, аспирант кафедры лабораторной диагностики, анатомии и физиологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет»

Никитенко Наталья Александровна, доцент кафедры лабораторной диагностики, анатомии и физиологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», кандидат медицинских наук

Перепечай Анастасия Алексеевна, аспирант кафедры химии и биохимии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет»

Пицул Сергей Дмитриевич, главный врач Государственного учреждения Луганской Народной Республики «Луганская республиканская станция переливания крови»

Сараева Татьяна Александровна, доцент кафедры химии и биохимии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», кандидат химических наук, доцент

Симакова Евгения Сергеевна, соискатель кафедры нормальной физиологии с курсом психофизиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Телия Владимир Демуриевич, соискатель кафедры нормальной физиологии с курсом психофизиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Тихий Александр Александрович, докторант кафедры химии и биохимии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», кандидат физико-математических наук

Филатова Мария Александровна студент 4 курса Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный аграрный университет»

Фоминова Юлия Сергеевна ассистент кафедры биологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет»

Форошук Виталий Петрович доцент кафедры биологии Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Луганский государственный педагогический университет», кандидат биологических наук, доцент

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Сборник научных трудов «Вестник Луганского педагогического университета» (Свидетельство № ПИ 000196 от 22 июня 2021 г.) основан в 2015 г.

Учредитель и издатель сборника – ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ».

Научный сборник является периодическим печатным научным рецензируемым изданием, имеющим сериальную структуру. На страницах сборника публикуются научные работы, освещающие актуальные проблемы отраслей знания и относящиеся к отдельным группам научных специальностей. С 2016 г. издаются серии: «Педагогические науки. Образование», «Физическое воспитание и спорт», «Филологические науки. Медиакommunikации», «Биология. Медицина. Химия».

Редакция сборника публикует научные работы, отвечающие правилам оформления статей и других авторских материалов, принятых в издании.

Авторские рукописи, подаваемые для публикации в выпусках серий, должны соответствовать их научному направлению и отличаться высокой степенью научной новизны.

Материалы могут подаваться на русском языке. Допускается публикация на английском языке. В таком случае авторы должны предоставлять развернутую русскоязычную аннотацию (до 2 тыс. знаков). Статьи публикуются на языке оригинала.

Публикация научных материалов осуществляется при условии предоставления авторами следующих документов:

1. Авторская заявка/согласие на публикацию авторских материалов.
2. Текст научной статьи (научного обзора, научного сообщения, открытой научной рецензии, публикация по материалам научных событий, информация об отечественных и зарубежных научных школах, персоналиях), соответствующий тематике серии сборника.
3. Рецензия на статью, подготовленную аспирантом или соискателем ученой степени кандидата наук, подписанная научным руководителем или заведующим кафедрой, на которой выполняется диссертационное исследование. Рецензия должна объективно оценивать научную статью и содержать всесторонний анализ ее научных достоинств и недостатков.

Заявка и научная статья или другие авторские материалы направляются в редакцию серии в электронном виде. Электронный вариант статьи представляется вложением в электронное письмо. Авторская заявка с подписью автора(-ов), рецензия на статью подаются в отсканированном виде. Названия предоставляемых файлов должны соответствовать фамилии автора(-ов) и названию документов.

Рукописи статей проходят процедуру макетирования. Все элементы статьи должны быть доступны для технического редактирования и отвечать техническими требованиями, принятым в издании.

Материал для опубликования предоставляется в текстовом редакторе Microsoft Word и сохраняется в текстовом формате, полностью со-

вместимом с Word 97-2003. Рукопись должна иметь ограниченный объем 7–12 страниц машинописного текста (0,3–0,5 авторского листа; 12–20 тыс. печатных знаков с пробелами) включая аннотацию, иллюстративный и графический материал, список литературы.

Формат страницы А4; книжная ориентация; поля: левое 3 см, верхнее 2 см, правое 1,5 см, нижнее 2 см; гарнитура Times New Roman; цвет текста – черный; размер шрифта 14 кегль; интервал 1,5; выравнивание по ширине текста. Абзац выделяется красной строкой, отступ 1,25. Текст печатается без переносов, соблюдается постановка знаков дефиса (-) и тире (–), а также типографских кавычек (« »), в случае использования двойных кавычек внешними являются кавычки (« ») «елочки», внутренними – („“) «лапки»).

Выравнивание отступа с помощью табуляции и пропусков не допускается. Уплотнение интервалов, набор заголовка в режиме Caps Lock, использование макросов и стилевых оформлений Microsoft Word запрещено.

В тексте статьи ссылки нумеруются в квадратных скобках, где первый номер указывает на источник в списке литературы, последующие – на страницы источника или другие источники, в таком случае номера источников отбиваются знаком (;). Например, [3, с. 65]; [4; 7; 9]; [2, т. 3, с. 41–44]; [1, с. 65; 3, с. 341–351]. Размещение в тексте прямых цитат без сносок не допускается. Сноски вниз страницы не выносятся.

При написании фамилий и инициалов используется следующее правило: инициалы печатаются через точку без пробела, инициалы от фамилии отбиваются неразрывным пробелом (Ctrl + Shift + «пробел»). Например, М.А. Крутовой. Согласно стилю оформления научной публикации предпочтительнее сначала указывать инициалы ученого, а затем его фамилию.

В качестве иллюстраций статей принимается не более 4 рисунков. Они должны быть размещены в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте должна иметься ссылка на конкретный рисунок, например, (Рис. 2). Каждый рисунок следует создавать в отдельном файле, а затем вставлять в статью с помощью функции «вставка» с обтеканием текстом. Не допускается выход рисунков за границы текста на поля. Все рисунки должны обеспечивать простое масштабирование с сохранением взаимного расположения всех элементов и внутренних надписей. Не допускается составление рисунка из разрозненных элементов. Запрещены рисунки, имеющие залитые цветом области.

Схемы выполняются с использованием штриховой заливки или в оттенках серого цвета; все элементы схемы (текстовые блоки, стрелки, линии) должны быть сгруппированы. Каждый рисунок должен иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений. Электронную версию рисунков следует сохранять в форматах jpg, tif.

Каждую таблицу необходимо снабжать порядковым номером и заголовком. Таблицы следует предоставлять в текстовом редакторе Microsoft

Word, располагать в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи необходимо давать ссылку на конкретную таблицу, например, (Табл. 2). Все графы в таблицах должны быть озаглавлены. Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается. В таблицах допускается использование меньшего кегля, но не менее 10.

Текст научной статьи должен иметь следующую структуру:

1. Индекс УДК (универсальной десятичной классификации публикуемых материалов) выставляется без абзаца.

2. Фамилия, имя и отчество (полностью), ученая степень, звание, должность автора(-ов), название учебного заведения или научной организации, в которой выполняется диссертационное исследование, электронный адрес автора(-ов).

3. Заголовок статьи. Заголовок должен быть информативным и содержать только общепринятые сокращения; набираться строчными буквами жирным шрифтом, без разбиения слов переносами, с выравниванием по центру строки, без абзацного отступа, без точки в конце.

4. Аннотация. Описывает цели и задачи проводимого исследования, а также возможности его практического применения. Аннотация на русском языке помещается в начале статьи, на украинском и английском – в конце. Аннотация должна быть написана от третьего лица и содержать фамилию и инициалы автора(-ов), заголовок статьи, ее краткую характеристику. Рекомендуемый объем аннотации 3–4 предложения; 40–60 слов; 500 знаков. Англоязычная аннотация должна выполняться на профессиональном английском языке.

5. Ключевые слова (5–7 слов / словосочетаний, определяющих предметную область научной статьи) на русском языке (располагаются после аннотации на русском языке), на украинском языке (после аннотации на украинском языке) и английском (размещаются после аннотации на английском языке). В перечне ключевых слов должны быть представлены общенаучные или профильные термины, упорядоченные от наиболее общих к более конкретным.

6. Вводная часть статьи, постановка проблемы, цель статьи, представление новизны излагаемых в статье материалов.

7. Данные о методике проводимого исследования.

8. Экспериментальная часть, анализ, обобщение, описание и объяснение полученных данных. По объему – занимает центральное место в статье.

9. Выводы и рекомендации, перспективы развития поставленной проблемы.

10. Список литературы, представленный в алфавитном порядке в виде нумерованного списка. В статье рекомендуется использовать не более 10 литературных источников. Заголовок «Список литературы» набирается строчными буквами, с выравниванием по центру строки, без абзацного отступа, без точки в конце и ниже с выравниванием по ширине приводится

пристатейный нумерованный список литературы. Фамилии и инициалы авторов набираются полужирным шрифтом, библиографическое описание источника обычным.

Каждый новый структурный элемент статьи не нужно нумеровать, выделять, называть. Изложение материала статьи должно быть последовательным, логически завершенным, с четкими формулировками, исключая двойное толкование или неправильное понимание информации. Оформление текста должно соответствовать литературным нормам, быть лаконичным, тщательно выверенным.

К публикации принимаются научные статьи, выполненные в строгом соответствии с техническими требованиями к оформлению статей и других авторских материалов. Текстовые принципы построения научной статьи могут варьироваться в зависимости от тематики и особенностей проводимого исследования. Материалы, не отвечающие основным предъявляемым требованиям, к рассмотрению не принимаются. Рукописи статей, сопроводительные документы как опубликованных, так и отклоненных авторских материалов авторам не возвращаются.

Авторы научных статей несут всю полноту ответственности за достоверность сведений, авторскую принадлежность представленного материала, точность цитирования и ссылок на официальные документы и другие источники, приведенные инициальные сокращения.

Редакционная коллегия оставляет за собой право отбора присланных материалов, их рецензирования и редактирования без изменения научного содержания авторского варианта. Принятые к публикации научные статьи включаются в очередной номер журнала в порядке поступления.

Редакция не принимает к публикации статьи, опубликованные ранее в других изданиях. Публикация статьи в сборнике не исключает ее последующего переиздания, однако, в таком случае необходимо приводить ссылку на «Вестник Луганского педагогического университета» как на первоисточник.

После выхода в свет печатной версии научного сборника, его полнотекстовые электронные копии размещаются в базе данных Научной библиотеки, а также на официальном сайте Луганского педагогического университета в формате pdf. Электронные материалы могут копироваться по электронным сетям и распечатываться авторами для индивидуального пользования с указанием выходных данных сборника.

Согласие автора на публикацию статьи, данное в заявке, рассматривается и принимается редакцией сборника как его согласие на размещение предоставленных авторских материалов в свободном электронном доступе.

В заявке авторы должны подать следующую информацию:

1	Полное название статьи	
	<i>Заполняется каждым автором</i>	
	ФИО (полностью)	
2	Учёная степень, звание	
3	Название организации (вуз, кафедра, лаборатория, отдел), которую представляет автор (в именительном падеже), должность	
4	Страна, город	
5	Контактный номер телефона	
6	Почтовый адрес, индекс	
7	Адрес электронной почты	
8	Авторское согласие на печать и размещение рукописи в электронных базах свободного доступа	Подпись автора

Редакция Вестника Луганского педагогического университета

Научное издание

Коллектив авторов

ВЕСТНИК

**ЛУГАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Сборник научных трудов

Серия 4

Биология. Медицина. Химия

Главный редактор – *В.Д. Дяченко*
Выпускающий редактор – *Г.Г. Калинина*
Редактор серии – *М.В. Воронов*
Корректор – *О.И. Письменская*
Компьютерная верстка – *Р.В. Жила*

Подписано в печать 24.09.2021. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Печать ризографическая. Формат 70×100 1/16. Усл. печ. л. 9.1.
Тираж 100 экз. Заказ № 93.

Издатель

ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»

«Книга»

ул. Оборонная, 2, г. Луганск, 91011. Тел. : (0642)58-03-20
e-mail: knitaizd@mail.ru