

32

СИРЕНЬ
ИЗ ПРОБИРКИ

38

БЕЛАРУСЬ
В ЕВРОПЕЙСКОМ
ИННОВАЦИОННОМ
ТАБЛО

52

ЦИФРОВИЗАЦИЯ
ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

80

НА КУПАЛЛЕ
СОНЦА ИГРАЕ...



научно-практический журнал

Наука и инновации

№6 (196)
ИЮНЬ 2019

www.innosfera.by

ISSN 1818-9857



9 771818 985001 06
ISSN 2412-9372 (online)



меристемы
in vitro

Оборудование и лабораторные комплексы для растениеводства и агрономии



- Оборудование для селекции и генетики
- Оборудование для ветеринарно-санитарной экспертизы
- Оборудование для биотехнологий
- Оборудование для диагностики и контроля сельскохозяйственной продукции в полевых и лабораторных условиях
- Лабораторная мебель, посуда и принадлежности

Вникаем в задачи • Исследуем рынки
Предлагаем варианты • Учитываем бюджет
Выбираем лучшее • Гарантируем результат

Theseus Lab[®]
MUŽEME VŠECHNO



УНП 191313995

www.theseuslab.by

Предоставляем полный комплекс работ –
от подготовки технического задания и проектирования
до поставки оборудования, монтажа и обучения персонала

Звоните: +375 17 237-42-11 доб. 418

Пишите: marketing@theseuslab.cz



Содержание



Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь, свидетельство о регистрации №388 от 18.05.2009 г.

Учредитель:
Национальная академия наук Беларуси

Редакционный совет:

В.Г. Гусаков – председатель совета	Ж.В. Комарова Н.П. Крутько
П.А. Витязь – зам. председателя	В.А. Кульчицкий М.И. Михадюк
С.В. Абламейко	М.В. Мясникович
А.А. Бринь	Д.Л. Пиневиц
И.В. Войтов	О.О. Руммо
И.Д. Волотовский	Г.Б. Свицерский
С.В. Гапоненко	Н.С. Сердюченко
А.Е. Дайнеко	Б.М. Хрусталева
М.А. Журавков	И.П. Шейко
Э.И. Коломиец	В.Н. Шимов
	А.Г. Шумилин

Главный редактор:
Жанна Комарова

Ведущие рубрик:
Ирина Емельянович
Светлана Марковка
Дарья Пронько
Екатерина Агеева

Дизайн и верстка: Алексей Петров

Маркетинг и реклама:
Елена Верниковская

Адрес редакции:
220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129.
Тел.: (017) 284-14-46
e-mail: nii2003@mail.ru,
www.innosfera.by

Подписные индексы:
007 532 (ведомственная)
00 753 (индивидуальная)
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 9,8.
Тираж 532 экз. Цена договорная.
Подписано в печать 14.06.2019.

Издатель и полиграфическое исполнение:
РУП «Издательский дом «Беларуская навука».
Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013.
ЛП №02330/455 от 30.12.2013.
г. Минск, ул. Ф.Скорины, 40.
Заказ №142

© «Наука и инновации»
При перепечатке и цитировании ссылка на журнал обязательна.
За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.
Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов статей.
Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

ТЕМА НОМЕРА

➔ Биотехнологии

*Вадим Демидчик, Мария Черныш,
Татьяна Дитченко, Елена Спиридович,
Дарья Пржевальская, Владимир Падутов*
Микроклональное
размножение растений..... 4

Владимир Анципович
Депонирование национальной
коллекции картофеля..... 12

Наталья Кухарчик
Получение посадочного
материала плодовых и ягодных
растений *in vitro*..... 17

Владимир Падутов
Лесная биотехнология..... 22

*Владимир Титок, Владимир Решетников,
Александр Веевник*
Биотехнологический комплекс
для ускоренного разведения
ценных видов растений..... 29

*Елена Спиридович,
Наталья Брель, Андрей Зубарев,
Людмила Гончарова,
Владимир Решетников*
Сирень из пробирки..... 32

➔ Инновации и инвестиции

Нина Богдан, Александр Ваниславский
Бенчмаркинг как инструмент
позиционирования Республики
Беларусь в Европейском
инновационном табло..... 38

Юлия Ильина
Анализ планирования
государственных закупок
в Беларуси и США..... 44

*Николай Гринчик, Иосиф Гуревич,
Виктор Ермоленков*
Сохранение зерна
как стратегическая
государственная задача..... 48

➔ Цифровая трансформация

Ирина Емельянович
Цифровизация высшего
образования..... 52

Светлана Кройтор
Дигитализация экономики
как фактор трансформации
рынков труда..... 58

Сергей Михневич
Тенденции мировой торговли
в контексте цифровой
глобализации..... 64

➔ В мире науки

Гордей Гусаков
Сельское хозяйство:
прошлое, настоящее, будущее..... 69

Галина Дзержина, Сяргей Віцязь
Культурная спадчына Беларусі:
міжнародна-прававы
кантэкст глабалізацыі..... 75

Тацяна Кухаронак
На Купалле сонца йграе...
*Купальскія традыцыі
беларусаў*..... 80



Vadim Demidchik, Maria Chernysh,
Tatiana Ditchenko, Elena Spiridovich,
Daria Przhevalskaya, Vladimir Padutov
Microclonal propagation of plants 4

The article summarizes the scientific principles, achievements and factors limiting the use of microclonal propagation of plants.

Uladzimir Antsipovich
The national potato collection depositing 12

The article considers the classical depositing methods of the national basic collection of potato varieties *in vitro* culture. There are given advantages of the new selection scheme, as well as the preparatory work for the transfer into tissue culture and methods of the basic collection depositing are described.

Natallia Kukharchyk
Fruit and soft fruit plants propagation *in vitro* 17

The author gives the research results of the Biotechnology department, Institute for Fruit Growing, on fruit and berry crops *in vitro* propagation. There are described the main stages of the fruit and berry crops, grapes, and hops planting material varieties adapted for cultivation in Belarus.

Uladzimir Padutau
Forest biotechnology 22

The article considers the main stages of biotechnological works in forestry. The author makes a comparison with agricultural biotechnology, shows their common and distinguishing features, outlines the goals of forest biotechnology.

Vladimir Titok, Vladimir Reshetnikov,
Aleksander Veevnik
Biotechnological complex for accelerated reproduction of valuable plant species 29

The article considers the advantages of *in vitro* clonal micropropagation of plants for mass reproduction of valuable fruit and ornamental plants on the example of the biotechnological complex of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus.

Alena Spirydovich, Natalia Brel,
Andrei Zubarev, Lyudmila Goncharova,
Vladimir Reshetnikov
Lilac tube 32

To preserve the existing unique gene pool of varietal and species lilacs, in the Central Botanical Garden, NAS of Belarus, was created *in vitro* collection of the *Syringa* genus, which is constantly replenished with valuable and new plant genotypes. There was developed a technology for producing *in vitro* tissue culture, lilac microclones, their rooting and *ex vitro* adaptation to organo-mineral bio substrates.

Nina Bogdan, Alexander Vanislavsky
Benchmarking as a tool for positioning the Republic of Belarus in the European Innovation Scoreboard 38

The authors analyzed the positioning of the Republic of Belarus in the European Innovation Scoreboard using a benchmarking tool. The calculations, based on official data and tabulated, allow for objective conclusions about the innovative development of the country and its place in the world innovation ranking.

Yulia Ilyina
Public procurement planning in Belarus and the USA 44

The article deals with the public procurement dynamics at the planning stage in the Republic of Belarus. The features of the US practice and legislation of the United States in this area are given as a positive example that can be used in domestic practice.

Nikolay Grinchik,
Iosif Gurevich,
Victor Ermolenko
Grain conservation as a strategic government task 48

The article considers the problems of grain conservation, including post-harvest processing and storage. Problems are shown and proposals enabling to solve them have been formulated.

Iryna Yemelyanovich
Digitalization of higher education 52

In his interview, the Minister of Education of the Republic of Belarus Igor Karpenko speaks about the modern higher education system development, and the introduction of information technologies in the study process.

Svetlana Kroytor
Digitalization of the economy as a factor of the labor markets transformation 58

The article analyzes the impact of digital transformation on the modern labor market, discusses potential growth points of modern economies due to the expansion of digitalization, identifies probable problems that this process entails for individuals and societies.

Sergey Mikhnevich
Trends in global trade in the context of digital globalization 64

The article deals with topical issues of the world trade development in recent years, identifies the trends in the context of digital globalization, shows the regional distribution of commodity flows and their structure. Particular attention is paid to the world trade in services, and the impact of information technology on these processes.

Gordey Gusakov
Agriculture: Past, present, future 69

The article analyzes the contradictory views of modern society on the agricultural and agro-industrial production methods, defines the general trends in the development of the agricultural sector.

Halina Dzerbina, Syarhey Vityaz
The cultural heritage of Belarus: International and legal context of globalization 75

The article underlines the need for international and national legislation on culture development to preserve the cultural heritage which should be based on the rule of law principle as a universal value.

Tatsiana Kuharonak
Midsummer traditions of Belarusians 80

The article describes the regional features of the main summer festivities of Belarusians.

К сведению подписчиков и авторов

Журнал «Наука и инновации» включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) (https://elibrary.ru/title_about.asp?id=8898). Авторы публикаций могут подключиться к программе SCIENCE INDEX и получить возможность просматривать списки своих публикаций в РИНЦ и ссылки на них, а также использовать инструменты анализа и отбора научных статей по различным параметрам.

Наше издание также размещается в научной электронной библиотеке КиберЛенинка (<https://cyberleninka.ru/journal/n/nauka-i-innovatsii>).

Журнал «Наука и инновации» входит в утвержденный ВАК Беларуси Перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований и принимает статьи по биологическим, медицинским наукам и инновационной экономике в раздел «Научные публикации».

С 2019 г. научным публикациям в журнале присваивается цифровой идентификатор объекта (DOI), что позволяет увеличить видимость и доступность статьи.

С требованиями по оформлению статей можно ознакомиться на нашем сайте: <http://www.innosfera.by/node/2161>.

Оформить подписку на журнал «Наука и инновации» (подписные индексы 00753 и 007532) можно в отделениях РУП «Белпочта» или «Белсоюзпечать», а также через Интернет: <http://rev1.belpost.by:8080/BelPost/cs>.

Приобрести издание можно в магазине «Академкнига» по адресу: Минск, пр. Независимости, 72.

На сайте (<http://innosfera.by/openaccess>) открыт свободный доступ к архивам журнала «Наука и инновации» с 2006 по 2016 г. включительно.



МИКРО- КЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ

Вадим Демидчик,

декан биологического факультета БГУ,
доктор биологических наук, доцент

Мария Черныш,

научный сотрудник и аспирант кафедры
клеточной биологии и биоинженерии растений
биологического факультета БГУ

Татьяна Дитченко,

доцент кафедры клеточной биологии
и биоинженерии растений
биологического факультета БГУ,
кандидат биологических наук, доцент

Елена Спиридович,

заведующая лабораторией
прикладной биохимии Центрального
ботанического сада НАН Беларуси,
кандидат биологических наук, доцент

Дарья Пржевальская,

научный сотрудник кафедры
клеточной биологии и биоинженерии
растений биологического факультета БГУ

Владимир Падутов,

заведующий лабораторией
генетики и биотехнологии
Института леса НАН Беларуси,
член-корреспондент НАН Беларуси,
доктор биологических наук, доцент

Аннотация. В статье обобщены научные принципы, достижения и факторы, лимитирующие использование микроклонального размножения растений.

Ключевые слова: микроклональное размножение, вегетативное клонирование, эксплант, культура *in vitro*, высшие растения, фитогормоны, биотехнология растений, стерильные условия.

Среди важнейших областей современной биотехнологии особое место занимает микроклональное размножение растений, находящее широкое практическое приложение: от фундаментальных научных исследований до производства посадочного материала сельскохозяйственных растений и лесных пород деревьев [1, 3, 5, 6, 11, 14]. Для этого используются небольшие образцы растительного материала, обычно содержащие меристематические клетки – экспланты; в результате из одного небольшого растения или его части можно получить

множество микроклонов – миниатюрных копий оригинального организма [2–4, 14, 15].

Исторически техника подобного размножения развивалась одновременно и во взаимосвязи с технологией культивирования *in vitro* [2–4, 9, 12]. Можно выделить следующие основные вехи в ее становлении как раздела физиологии и биотехнологии растений: проведение первых экспериментов по выделению и поддержанию жизнеспособности растительных клеток австро-германским физиологом растений Готтлибом Хаберландтом в конце XIX в. и выдвижение им в 1902 г. теории тотипотентности, то есть способности

отдельных растительных клеток развиться в целый организм. Работы 1910-х и 1920-х гг. по созданию асептической культуры корней американским ученым Вильямом Роббинсом и германским физиологом Вальтером Котте; исследования 1930–1940-х гг. научной школы Калифорнийского института технологии и других мировых центров в области асептической культуры почек и побегов впервые позволили стандартизировать компоненты сред и условия выращивания *in vitro*. В 1930–1960-х гг. появилась теория неограниченного роста растительных тканей в условиях *in vitro*, а также теоретических и практических основ гормонально-регулируемого каллусо- и органогенеза, становление и оптимизация техники микроразмножения *in vitro* (работы американских, французских и германских физиологов П. Ноберкорта, Ф. Р. Уайта, Р. Ж. Готре, Ж. Мореля, Ф. К. Стюарда, Ж. Рейнерта, Ф. Скуга, И. К. Кукинга, И. К. Васил, В. Васил, Т. Мурашиге, П. Махешвари, С. Г. Мукхерджи, А. К. Хильдебрандта, А. Ж. Рикер, Т. А. Тхорп). В 1950–1980-е гг. происходило бурное развитие методов *in vitro* и микроразмножения как нового раздела физиологии растений, характеризовавшееся интеграцией разработанных подходов в исследовании морфогенеза и эмбриогенеза растений, фитогормональной регуляции (открытие цитокининов), первичного и вторичного метаболизма, генетической трансформации, организации внутриклеточных структур и др. С конца 1980-х гг. по настоящее время интенсивность фундаментальных исследований в области культур *in vitro* и микроразмножения снижалась на фоне их

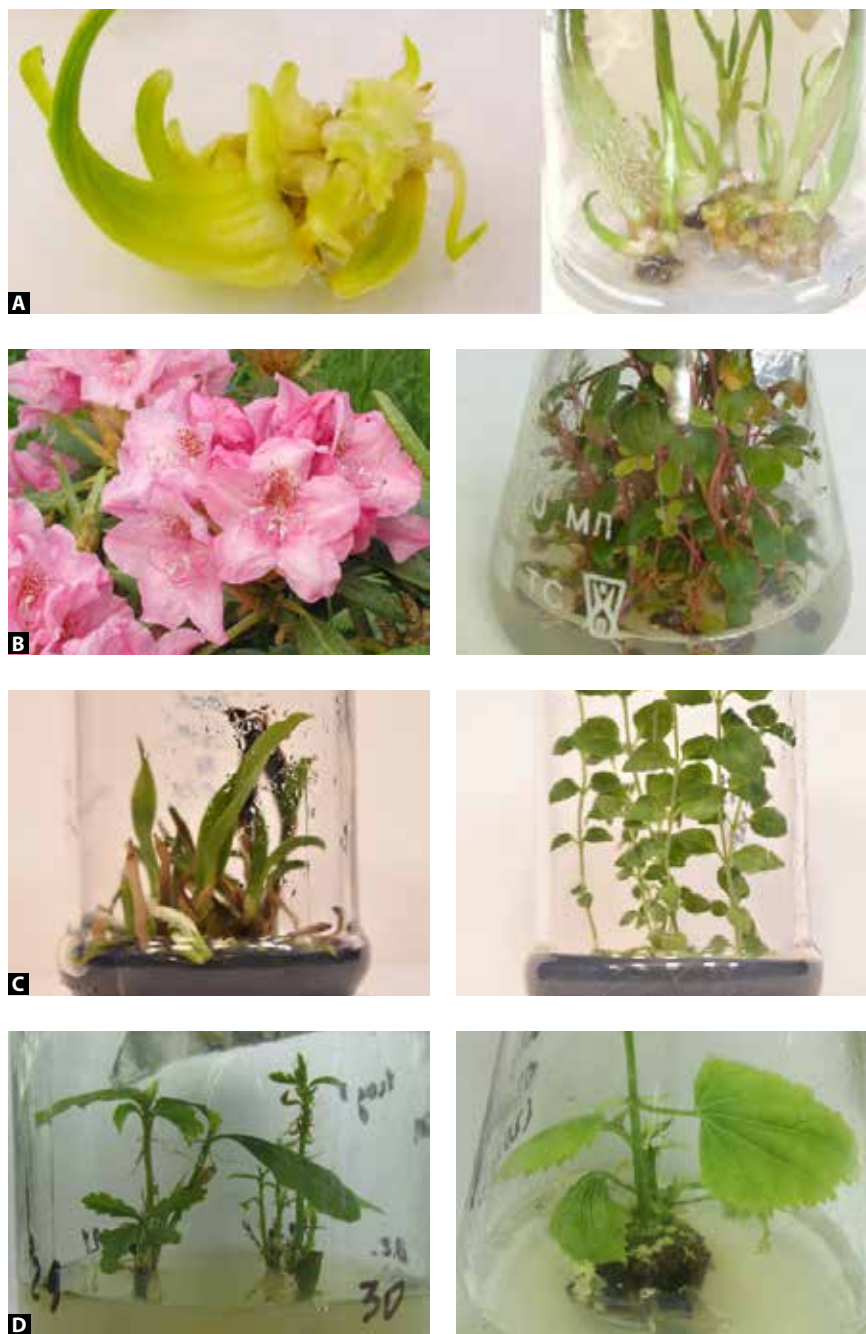


Рис. 1. Примеры использования технологий микроразмножения растений на базе белорусских научных биотехнологических школ

- A.** Индукция морфогенеза и развитие растений-регенерантов гладиолуса сорта Диво Дивное из латеральной меристемы почки клубнелуковицы (слева) и меристемы клубнелочки (справа). ЦБС НАН Беларуси
- B.** Рододендрон гибридный сорта Helsinki University (слева) и высокопроизводительная культура его микроклонов на питательной среде WPM с добавками 5 мг/л N6-(2-изопентил) аденина и 1 мг/л индолил-3-уксусной кислоты. ЦБС НАН Беларуси
- C.** Растения катлеи гибридной (*Cattleya hybridum*), полученные при помощи семенного размножения *in vitro* (слева) и микроклоны чубушника венечного (*Philadelphus coronarius*), готовые к выведению *ex vitro* (справа), культивируемые на среде WPM и Orchimax. Биологический факультет БГУ
- D.** Микроклоны дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) в стерильной культуре, полученной в Институт леса НАН Беларуси (справа и слева соответственно)

интеграции в практические разделы биологии и коммерческую биотехнологию.

Научные и практические центры микрклонального размножения растений существуют в Беларуси, Российской Федерации, Украине, Казахстане, Туркменистане, Молдове и других государствах постсоветского пространства [1–2, 6, 11, 15]. Исторически их развитие связано с работами 1960-х гг. научной школы Р. Г. Бутенко, создавшей в Институте физиологии растений РАН первую и крупнейшую в СССР школу культур клеток, тканей и органов растений [2, 4]. В нашей стране пионерами микрклонального размножения растений были Т. И. Фоменко (Центральный ботанический сад НАН Беларуси), Н. А. Картель

(Институт генетики и цитологии НАН Беларуси) и А. В. Кильчевский (Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки) [3]. Сегодня основными центрами микрклонального размножения в нашей стране являются ЦБС [1], Институт леса [5], Институт плодоводства, Институт генетики и цитологии, Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси, кафедра клеточной биологии и биоинженерии растений биологического факультета БГУ, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, биотехнологический факультет Полесского государственного университета, Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр, лаборатория микрклонального размножения

картофеля ОАО «Агро-Мотоль», крестьянское фермерское хозяйство «Ягодка», компания ElitKlon и др. На *рис. 1* продемонстрированы фотографии микрклонов растений, полученных в некоторых из этих центров.

Можно выделить несколько оформившихся научно и успешных коммерчески направлений использования культур *in vitro* и микрклонального размножения растений (*рис. 2*) [2, 3, 6, 9–11, 14].

Более подробно рассмотрим основные стадии микрклонального размножения растений.

Схема микроразмножения

Подходы, применяемые для размножения растений *in vitro*, проиллюстрированы на *рис. 3*. Они представлены



Рис. 2. Сферы использования метода культуры клеток, тканей и органов растений

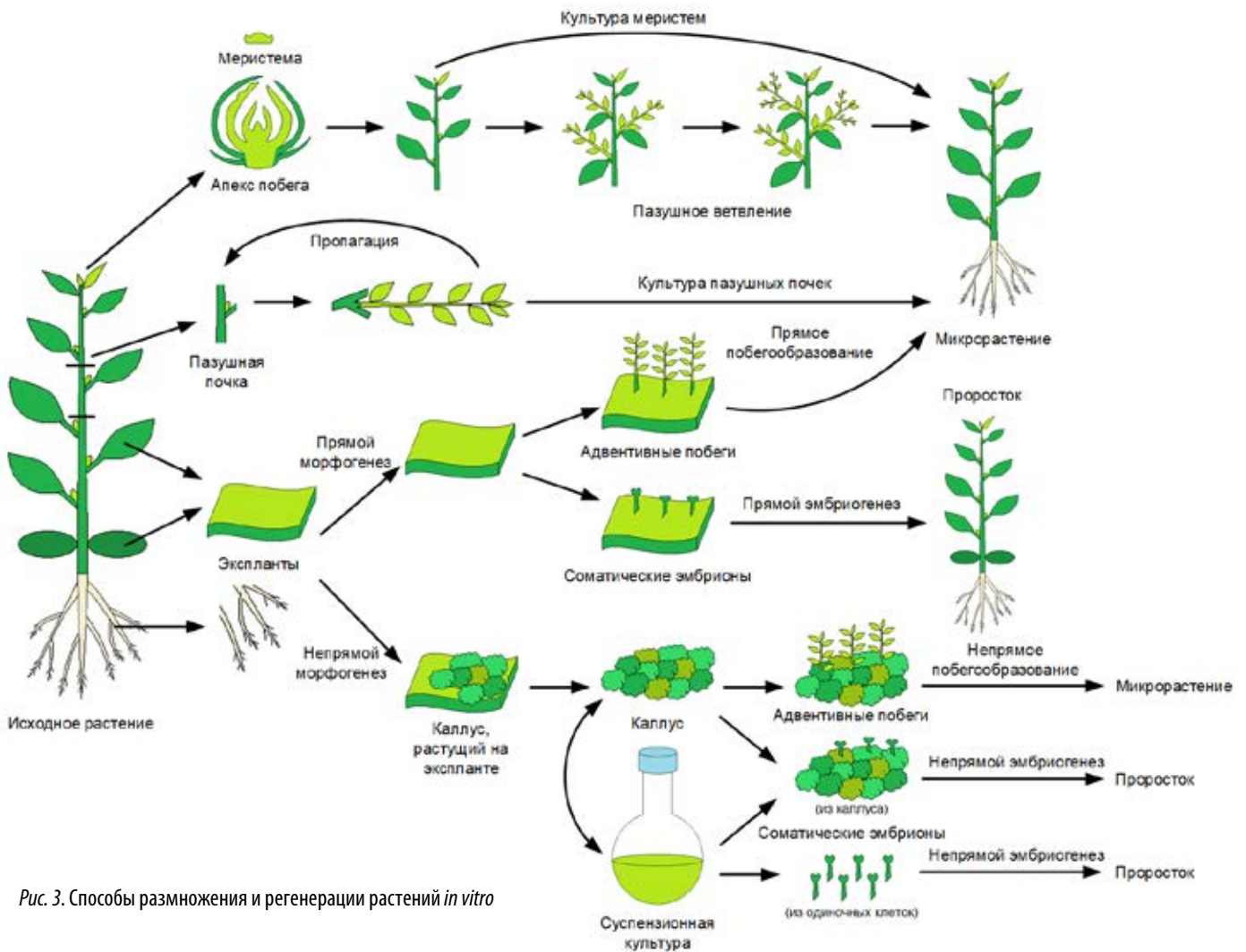


Рис. 3. Способы размножения и регенерации растений *in vitro*

множественным побегообразованием из пазушных почек и формированием адвентивных побегов и/или адвентивных соматических эмбрионов, которые могут быть получены напрямую из экспланта (части ткани или органа исходного растения), непрямой способом из недифференцированных клеток (суспензионной культуры) или тканей (каллусных культур) или из частично дифференцированных каллусных тканей, а также из пропационных телец (протокормов или псевдо-клубней) [2–4, 9]. На практике для большинства растений используется первый метод, однако

для некоторых доступны только второй и третий. В одной культуре могут наблюдаться несколько способов побегообразования и эмбриогенеза.

Существуют 2 подхода для преодоления апикального доминирования и индукции роста боковых побегов: горизонтальное культивирование интактных побегов на питательной среде (размножение отводками *in vitro* или *in vitro* layering) и субкультивирование частей побега, содержащих одну или несколько пазушных почек (рис. 4). При переносе на свежий субстрат листья обычно удаляются: таким образом, эксплант

представляет собой участок стебля, несущий одну почку или более.

Основные технические аспекты микроклонального размножения растений

Микроклональное размножение в большинстве случаев включает 3 последовательные стадии: получение асептической культуры; мультипликацию, то есть увеличение количества/размножение пропацил; подготовку для адаптации микроклонов в почве [12]. Дополнительно можно выделить подготовку маточных растений к получению из них первичных

эксплантов для введения в культуру *in vitro*, а также завершающую стадию адаптации клонированных растений к условиям *ex vitro* [9, 15]. Таким образом, можно рассматривать 5 стадий данной технологии.

Подготовка маточных растений

Ключевая задача данной стадии – снижение потенциального содержания микроорганизмов (главным образом, грибов) в будущем экспланте, облегчение доступа к меристемам, увеличение их размеров и жизнеспособности [3, 4, 9, 15]. В этой связи для некоторых видов, например для древесных растений, часто используется так называемая выгонка молодых побегов непосредственно перед выделением эксплантов – молодых почек, верхушечных

побегов и сегментов стебля, содержащих меристемы [3]. Для травянистых форм часто создается первичная культура целых растений из семян, что значительно повышает эффективность дальнейших этапов получения высокопроизводительных систем размножения [9]. Такой подход применяется для асептических культур арабидопсиса (*Arabidopsis thaliana* L.), рапса (*Brassica napus* E.H.L.Krause), томатов (*Solanum lycopersicum* L.), декоративных орхидных (*Phalaenopsis* spp.) и др.

Введение растений в асептическую культуру (этап I)

На данном этапе осуществляется стерилизация растительного материала и перенос

на питательные среды изолированных эксплантов, которые дают рост микрорастениям или недифференцированной защитной ткани – каллусу [2, 3, 9]. Обычно первичный прирост наблюдается в период от 3–10 суток (травянистые) до 1–3 месяцев (древесные) [3, 12]. Задача этапа – получение стерильных и жизнеспособных эксплантов, способных к росту и развитию *in vitro*. Для некоторых растений достижение необходимой степени стерильности или развитие в таких условиях оказывается невозможным. Данный феномен называется редандностью к культивированию *in vitro*. У многих древесных растений, таких как дуб, ель, сосна и др., этот показатель высок, что связано с большой развитостью микоризных грибов внутри их тканей.

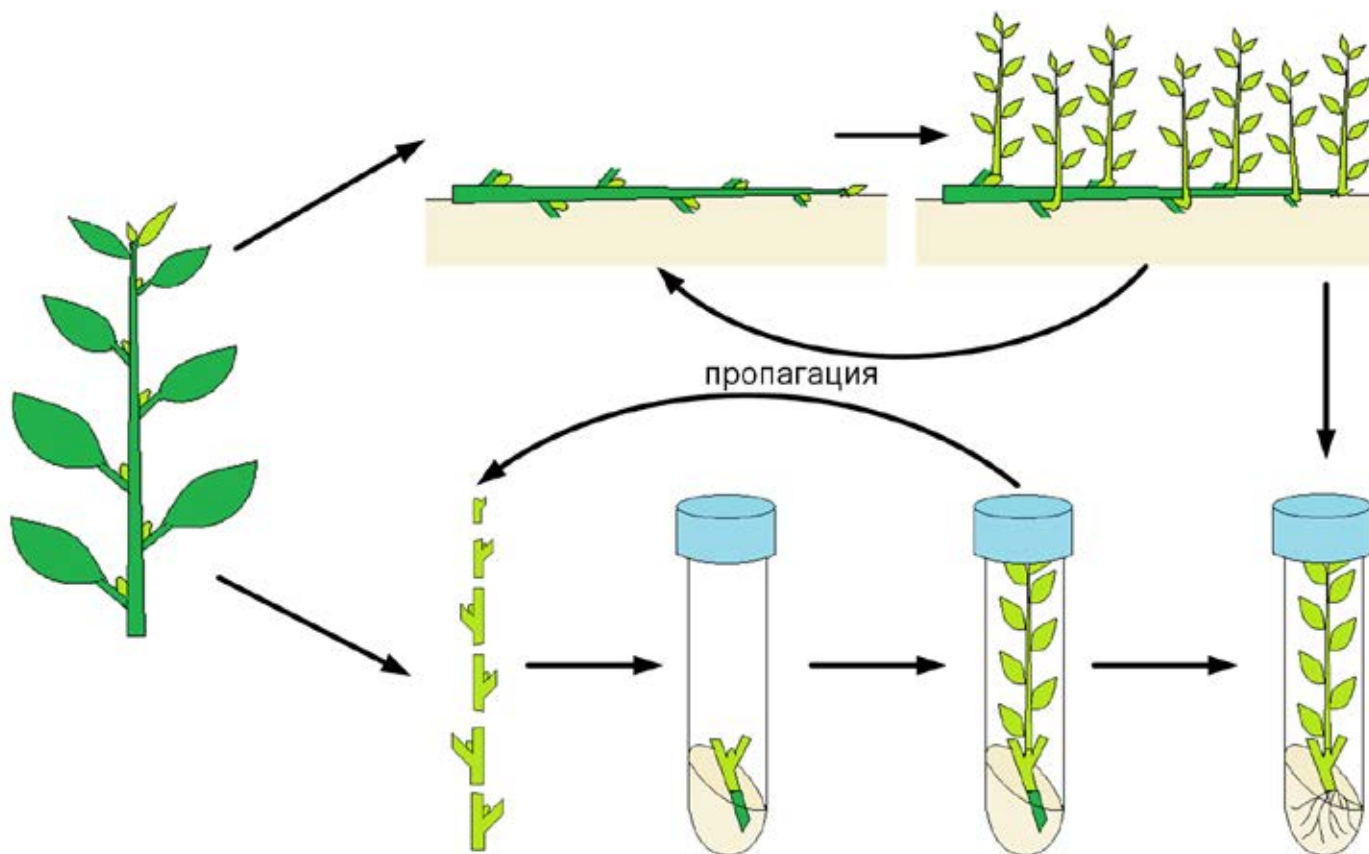


Рис. 4. Варианты индукции роста боковых побегов. Вверху: горизонтальное культивирование, внизу: субкультивирование частей

Одним из центральных вопросов на этой стадии является подбор обработок [9, 10, 15] для стерилизации, которая часто проводится в несколько этапов. Первично экспланты промываются растворами, содержащими детергенты и фунгициды. Продолжительность этой стадии занимает от 15 мин до нескольких часов. Затем производится обработка мощными биоцидными препаратами. Для этого применяют гипохлорит (10–40%), спирт (20–100%), хлорид ртути (0,2–2%), сульфат меди (0,2–2%), перекись водорода (1–20%), нитрат серебра (0,1–2%) и другие вещества в концентрациях, вызывающих гибель грибов и бактерий, но не убивающих растения. Обработки могут быть импульсными (от 10 с до 1–2 мин) или продолжительными (до 1 ч), часто они комбинированные и последовательные. Большая проблема на данной стадии – гибель и повреждение эксплантов. Подбор стерилизаторов может занять до 1 года, а в некоторых случаях он так и не завершается успехом. Серьезные затруднения при введении растений в культуру вызваны внутренней инфекцией/контаминацией, то есть развитием грибов или бактерий внутри экспланта, имеющего ослабленный иммунитет. На фоне высокого содержания сахаров микроорганизмы часто размножаются ускоренными темпами. Таким образом, борьба с внутренней инфекцией часто становится сложной и порой непреодолимой проблемой.

Составы специализированных сбалансированных минеральных сред, таких как «Мура-сиге и Скуга», «Као и Михайлюка», «Гамборга», «Ллойда и Маккоуна», «Линдсмайера», «Нитша», «Литвая», «Орхимакс» и др., были

разработаны под определенные протоколы культивирования *in vitro*, виды растений и особые типы экспериментов [2–4, 10, 15]. В зависимости от особенностей объекта и его отзывчивости к условиям *in vitro* в среды могут вводиться различные фитогормоны. Очень часто используются цитокинины (0,05–5 мг/л кинетина, 6-бензиламинопурина, зеатина или др.), так как они стимулируют рост побегов в культуре *in vitro*, блокируя рост корневой системы. Также могут добавляться вещества, такие как витамины и источники природной органики (дрожжевой экстракт, кокосовая вода, картофельный отвар, фруктовые соки, меласса, патока и др.), которые для некоторых культур стимулируют процессы роста и развития. Однако добавки, имеющие неизвестный состав, снижают возможности стандартизации исследований и биотехнологических производств.

Мультипликация, увеличение количества/размножение пропагул (этап II)

Данная стадия обеспечивает увеличение количества растений в результате их клонирования [2–4, 9]. Это реализуется микроочеренкованием *in vitro* или индукцией соматического эмбриогенеза – формированием эмбрионов в обычных тканях или предварительно полученном каллусе (реже в суспензионной культуре).

Для сохранения сортовых признаков, которые часто наследуются эпигенетически или только при наличии интактных меристем, часто используется микроочеренкование, поскольку оно обладает меньшей инвазивностью и влиянием на структуру меристем, чем соматический

эмбриогенез [3–4, 10, 15]. Однако микроочеренкование отличается невысоким коэффициентом размножения/пропагации. Обычно для древесных растений можно получать 4–5 микроклонов из одного в течение 1,5–3 месяцев, то есть при дальнейшем субклонировании («расклоне») около тысячи микроклонов за год. В реальности эта цифра значительно ниже, так как происходит выбраковка растений, зараженных при пересадке, наблюдается непредсказуемое снижение скорости роста, повреждение растений или даже их синхронная гибель (характерно для редандных древесных видов). Для многих травянистых культур используется соматический эмбриогенез, обычно демонстрирующий более высокие коэффициенты размножения [7, 9]. Для некоторых растений возможно образование эмбрионного каллуса. Каллусогенез обычно стимулируется фитогормонально – равными высокими уровнями ауксинов и цитокининов. Перевод растений в дальнейшем на безгормональную среду или среду с невысоким уровнем цитокининов приводит к формированию в каллусной ткани эмбрионов. Полученные микроклоны могут пересаживаться на новые среды или выводиться в условиях *ex vitro* (рис. 2).

Подготовка для адаптации микроклонов в почве (этап III)

Перед выведением растений в условия *ex vitro* необходимо простимулировать рост корневой системы [3–4, 12]. В случае размножения микроочеренкованием все чаще используются безгормональные среды, позволяющие формироваться у микроклонов корневой системе.

При соматическом эмбриогенезе из ткани или каллуса (рис. 3) может понадобиться индукция формирования корневой системы, что достигается переводом пропагул со сред, содержащих цитокинины, на безгормональные или содержащие ауксин (0,05–5 мг/л) среды [2, 7].

Так или иначе подготовка к адаптации связана с получением относительно крупных, жизнеспособных и имеющих корень микро-растений. Хотя имеются методики использования растений без корней, они обычно не применяются на практике, так как дают низкий выход жизнеспособных растений. Иногда используется снижение уровня минеральных солей и концентрации сахарозы [2–4]. Однако такой прием «преадаптации» требует дополнительных трудоемких манипуляций и его эффективность обычно невысока.

Адаптация микроклонов к условиям *ex vitro* (завершающий этап)

Производится открывание культивационных сосудов и прекращение использования стерильных условий. Растения отмываются от гелевой среды и в большинстве случаев обрабатываются корне-стимуляторами, содержащими ауксины (10–200 мг/л). Затем они высаживаются в твердый субстрат, который может иметь разнообразный состав: торф, вермикулит, перлит, диатомит, керамзит, песок и др. [3–4, 9]. В большинстве случаев подбирается их смесь. Например, часто используются торф с вермикулитом в соотношении 1:1, 1:2, 2:1, торф, песок и вермикулит – 1:1:1, 1:1:3 и др. Субстрат может стерилизоваться в автоклаве, что всегда способствует лучшему выживанию

и укоренению микро-растений, однако это не всегда экономически целесообразно в условиях крупных питомников с большими объемами производства. В течение 2–10 суток после перевода в условия *ex vitro* микроклоны помещаются в условия повышенной влажности воздуха, что позволяет побегам лучше адаптироваться [2–4, 15].

Стадия перевода в условия *ex vitro* часто является лимитирующей для микроклонального размножения растений [2–5]. Осмотический и механический стресс, а также заражение грибами и бактериями может элиминировать до 100% микроклонов при их адаптации (обычно эта цифра составляет более 50%). Растения при этом ослаблены, их устьичный аппарат недоразвит, они поначалу не способны самостоятельно производить сахара и другие метаболиты [2–5, 9, 15]. Поэтому на данной чувствительной стадии могут быть использованы биоциды (фунгициды), адаптогены (брасиностероиды, корне-стимулирующие и фунгостатирующие бактерии), антиоксиданты (L-аскорбат, восстановленный глутатион и др.) [3, 9, 15]. Для различных растений эффективность обработок этими агентами различается, но в целом при тщательном их подборе отмечается положительный результат.

Проблемы, возникающие при микроклональном размножении растений

Каждый из этапов технологии микроклонального размножения сопряжен с определенными техническими трудностями. Некоторые виды, экотипы и сорта растений редандны к культивированию

in vitro, часть их не может дать жизнеспособные экспланты при стерилизации ввиду внутренней инфекции [3–5, 10, 15]. Распространенной проблемой является контаминация ввиду потери стерильности системы в процессе культивирования. Иногда наблюдается подавление роста и гибель эксплантов вследствие накопления ингибиторов фенольной природы, в этом случае используются добавки антиоксидантов, активированного угля, культивирование в жидкой среде, пересадки на свежие среды [2–4]. При длительном культивировании может наблюдаться витрификация побегов (повышенное содержание воды), подавление пролиферации пазушных меристем, формирование каллуса и побегов с измененной морфологией и др. [2–4, 9, 10, 15]. При переводе в условия *ex vitro* часто происходит поражение грибами (реже бактериями), стрессированными при смене условий культивирования растений, остановка роста клонированных образцов, модификация их развития и др. [10, 15].

Исключительно важной проблемой микроклонального размножения, лимитирующей использование данной технологии, являются стабильные изменения физиологии, анатомии и генетики растений при прохождении стадии каллуса или суспензионной культуры перед индукцией соматического эмбриогенеза [3, 5, 14]. В этом случае очень часто наблюдается дварфизм (карликовость) и устойчивые аномалии развития, многие сорта декоративных растений при этом утрачивают ценные фенотипические признаки.

Предложены многие альтернативы микроклонам (пробирочным

растениям) и их классической адаптации. Это сформированные *in vitro* микроклубни, микролуковицы, микроклубнелуковицы, а также искусственные семена (микрорастения, инкапсулированные в альгинат или другой гель), которые позиционируются как устойчивые к хранению и транспортировке и могут высаживаться в грунт без адаптации [2, 9, 10, 15]. Технологии производства и использования искусственных семян развиваются в основном в Индии и других азиатских странах. Пока сложно произвести адекватную оценку их эффективности, поскольку работы по данной тематике не представлены в авторитетных рецензируемых журналах. Также важно заметить, что такая техника производства практически не нашла применения в Голландии, США, Германии и в других странах – мировых лидерах в области биотехнологии растений.

Немаловажным лимитирующим фактором является и то, что технология микроклонального размножения более затратна по сравнению с традиционным вегетативным размножением. Кроме того, для ее реализации требуется опытный и высококвалифицированный персонал, специализированное оборудование и дорогостоящие реактивы. Несмотря на попытки обеспечения автоматизации отдельных операций, данная технология предполагает значительную долю ручного труда.

Перспективы развития микроклонального размножения растений в Беларуси

В нашей стране важно сохранить и расширить существующие научные школы в области

микроклонального размножения и экспериментальной биологии растений в целом. Владение данной технологией открывает для Беларуси серьезные перспективы в важнейших разделах биотехнологии растений. Об этом свидетельствует постоянное увеличение количества коммерческих частных компаний, использующих технику микроклонального размножения. В будущем несомненный интерес будут представлять работы с использованием техники микроклонирования для генетической трансформации и оздоровления сельскохозяйственных растений. Среди актуальных направлений для нашей страны в области микроклонального размножения можно также отметить создание банков

культур отдельных исторически важных и плюсовых растений. Особое внимание будет уделяться соматическому эмбриогенезу у хвойных и лиственных лесных древесных видов и автоматизации размножения путем использования биореакторов. Важной перспективой дальнейшего развития техники микроклонального размножения также является внедрение инновационных физиологических и в особенности феномных подходов, позволяющих производить цифровой анализ фенотипа, например ценных декоративных сортов и культураров [16, 17], что позволит автоматизировать отбор микроклонов в промышленном масштабе и повысит качество селекционного процесса. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

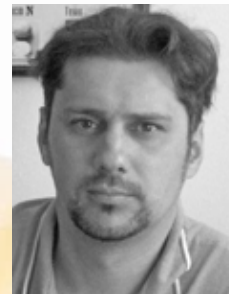
1. Асептическая коллекция и банк ДНК Центрального ботанического сада НАН Беларуси как эффективные инструменты сохранения редких растений / Е. В. Спиридович [и др.] // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук*. 2017. №3. С. 117–128.
2. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе: учеб. пособие / Р. Г. Бутенко – М., 1999.
3. Картель Н. А. Биотехнология в растениеводстве: учебник / Н. А. Картель, А. В. Кильчевский. – Минск, 2005.
4. Катаева Н. В. Клональное микроразмножение растений / Катаева Н. В., Бутенко Р. Г. – М., 1983.
5. Падутов В. Е. Методы молекулярно-генетического анализа / В. Е. Падутов, О. Ю. Баранов, Е. В. Воробаев. – Минск, 2007.
6. Решетников В. Н. Биотехнология растений и перспективы ее развития / В. Н. Решетников, Е. В. Спиридович, А. М. Носов // *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46, №1. С. 3–18.
7. *Advances in conifer somatic embryogenesis since year 2000* / K. Klimaszewska [et al.] // *In vitro embryogenesis in higher plants*. – Humana Press, New York, 2016. P. 131–166.
8. Evaluation of a new temporary immersion bioreactor system for micropropagation of cultivars of eucalyptus, birch and fir / E. Businge [et al.] // *Forests*. 2017. V. 8. №6. P. 196.
9. George E. F. Plant propagation by tissue culture / E. F. George, M. A. Hall, G. J. De Klerk. 3rd Edition. Vol. 1. The Background. Edited by Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2008.
10. Loyola-Vargas V. M. Plant Cell Culture Protocols / V. M. Loyola-Vargas, F. Vázquez-Flota. Second Edition. Humana Press Inc., Totowa, NJ. 2006.
11. Modern applications of plant biotechnology in pharmaceutical sciences / S. Bhatia, K. Sharma, R. Dahiya, T. Bera. 1st Edition. Academic Press, 2015.
12. Murashige T. Plant propagation through tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Annual Review of Plant Physiology*. 1974. Vol. 25, N1. P. 135–166.
13. Non-zygotic embryogenesis in hardwood species / E. Corredoira [et al.] // *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2018. P. 1–69.
14. Slater A. Plant biotechnology: The genetic manipulations of plants / A. Slater, N. Scott, M. Fowler. Oxford University Press, 2003.
15. Smith R. Plant tissue culture: Techniques and experiments / R. Smith. 3rd Edition. Academic Press. 2012.
16. Бондаренко В. Ю. Анализ фенотипа декоративных растений с использованием искусственных нейронных сетей: определение таксономических и физиологических характеристик / В. Ю. Бондаренко [и др.] // *Журнал Белорус. гос. ун-та. Биология*. 2019. №1. С. 25–32.
17. Шашко А. Ю. Разработка системы фенотипирования древесных растений при помощи алгоритмов машинного зрения и спектрального анализа / А. Ю. Шашко [и др.] // *Журнал Белорус. гос. ун-та. Биология*. 2019. №1. С. 33–44.

SEE http://innosfera.by/2019/06/reproduction_of_plants

Депонирование национальной коллекции картофеля

Аннотация. В статье описаны классические методы работы по депонированию национальной базовой коллекции сортов картофеля в культуре *in vitro*. Указаны преимущества новой схемы отбора, а также описан процесс подготовительных работ, предшествующих переводу в культуру ткани и способы депонирования базисной коллекции.

Ключевые слова: семенной картофель, меристема, экспланты, растения *in vitro*, клон.



Владимир Анципович,
заведующий лабораторией
микрклонального
размножения картофеля
НПЦ НАН Беларуси
по картофелеводству
и плодоовощеводству

Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных и продовольственных культур. Его потребляют более 3 млрд человек и выращивают в 150 странах. В относительно короткие сроки с единицы площади он дает больше продуктов питания, чем любая другая сельскохозяйственная культура, и способен решать проблемы не только мирового производства продуктов питания, но и биоэнергетики [1].

Из-за своих биологических особенностей картофель в наибольшей степени подвержен вирусным и виroidным заболеваниям. Мировые потери от них составляют 90 млн т, урожайность снижается на 40–50%, а утрата клубней при хранении может достигать 15–20%. Определяется это видом возбудителя, его штаммом,

степенью устойчивости сорта, условиями выращивания и погодой. Легкие формы вирусных заболеваний снижают урожай в среднем на 10–20%, тяжелые – на 70–85%, а в некоторых случаях – до 100%. Содержание крахмала в пораженных клубнях по сравнению со здоровыми обычно снижается на 0,8–4,6%. В них уменьшается количество сырого протеина и витаминов С, В₁, В₂.

Одной из основ для создания корнеплодов, обладающих комплексной устойчивостью к максимально возможному числу вирусов, является мировая коллекция диких и культурных видов, сортов, селекционных клонов и гибридов картофеля Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова. Однако и сама коллекция в значительной степени подвержена вирусному вырождению. Задача сохранения и изучения генофонда для обеспечения селекционеров разнообразным исходным материалом становится трудновыполнимой из-за различных морфо-физиологических отклонений, затрудняющих таксономическую идентификацию растений. В дальнейшем происходит явное вырождение и возникает угроза полной утраты образцов [2].

Поскольку эффективных мер борьбы с вирусами пока не найдено, основным направлением получения высококачественного семенного материала является его оздоровление в процессе микроклонального размножения с помощью современных биотехнологических методов.

Метод культуры изолированных тканей подразумевает выращивание изолированных клеток на искусственных питательных средах (*in vitro*) в стерильных

условиях. В основе лежит уникальное свойство растительных клеток – тотипотентность – их способность при определенных условиях вторично дифференцироваться и под влиянием внешних условий выбирать тот или иной путь морфогенеза, в ходе которого заново возникают ткани и органы. Полученное в результате растение *in vitro* носит название растения-регенеранта [3].

Получение исходного материала для выращивания безвирусного семенного картофеля

Схема оздоровления сортов картофеля для перевода в культуру *in vitro* и создания из них базисных коллекций с последующим микроклональным размножением – это составная часть системы первичного семеноводства картофеля, включающая следующие этапы:

- *полевой отбор высокопродуктивных клонов картофеля, полностью соответствующих морфологическим показателям сорта, а также визуально здоровых от вирусных, бактериальных болезней и вирулента веретеновидности клубней картофеля;*
- *хранение клонов с последующей закладкой клубней на проращивание;*
- *выделение индексов с посадкой их в кассеты на перлит для получения растений;*
- *иммунно-ферментный анализ (ИФА) на листовых пробах, взятых у растений-индексов, с последующей браковкой большого материала [4, 5];*
- *проведение завершающего цикла диагностики – тестирование методом высокомолекулярной полимеразной цепной*

реакции на листовых пробах, здоровых после первого этапа проверки растений-индексов с последующей браковкой [5];

- *перевод здорового материала в культуру *in vitro*, получение исходных материнских растений (линий);*
- *создание коллекций из здоровых линий сортов и поддержание их в культуре ткани [6, 7];*
- *плановая диагностика коллекций новых и популярных сортов методом ИФА до этапа ускоренного микроклонального размножения;*
- *ускоренное размножение новых и популярных сортов в объемах, предусмотренных схемой семеноводства;*
- *производство рассады из растений *in vitro* на субстрате «Биона» с целью адаптации к условиям *in vivo*;*
- *посадка в теплицы рассады для производства первого клубневого поколения и плановая диагностика материала в фазу бутонизации – цветения.*

Применение данной схемы позволяет получать безвирусный семенной материал картофеля (первое клубневое поколение) через 2 года от момента отбора клонов.

Выделяют принципиально различные типы клонального микроклонального размножения – активацию уже существующих в растении меристем (апекс стебля, пазушные и спящие почки стебля) и индукцию возникновения почек или эмбрионов *de novo* [8].

Успешное применение культуры верхушечной меристемы с целью элиминации вируса на декоративных растениях позволило распространить данный метод на сельскохозяйственные культуры (впервые применил французский ученый Морель

на картофеле в 1955 г.) [9]. В научном мире меристема считается наиболее надежным способом освобождения сильно зараженных сортов картофеля от вирусов.

Меристема – конус активно делящихся клеток, расположенных на кончике побегов или корней. Для оздоровления используют их шириной 0,1 мм и длиной 0,25–0,3 мм. Метод основан на неравномерном распределении вируса в растении, из-за чего наименьшая концентрация наблюдается в зоне апикальной меристемы. Объясняют это несколькими теориями:

- медленное распределение вирусов в активно делящихся клетках;
- подавление размножения вирусов высокой концентрацией ауксинов;
- влияние компонентов питательной среды.

Успех оздоровления от вирусов зависит от размера меристемы, возбудителя, физических и химических факторов, сорта.

С другой стороны, на процент приживаемости меристем влияют длина и положение меристемы, питательная среда, сорт, препаративная техника, время года.

Питательные среды для выращивания растений из меристем и черенков

В качестве основных ингредиентов питательных сред используют макро- и микросоли, витамины, органические вещества, регуляторы роста. Их минеральный состав должен обеспечить сбалансированное и достаточное питание меристем и растений *in vitro*. Среда должна быть достаточно буферной, иначе при культивировании она будет подкисляться [10].

Из макросолей в качестве источников азота добавляют соли: нитрат аммония NH_4NO_3 , кальция – $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, калия – KNO_3 , KH_2PO_4 , магния – MgSO_4 , железа – FeSO_4 . Из микроэлементов, необходимых для регенерации меристем в растения, используют В, Мn, Zn, I, Мо, Cu, Со.

Среди компонентов питательной среды обязательными являются регуляторы роста (ауксины, гиббереллины и цитокинины) как природного, так и синтетического характера.

В 1956 г. американские ученые Скуг и Миллер предложили гипотезу гормональной регуляции в культуре клеток и тканей, которая сейчас известна как правило Скуга – Миллера: если концентрация ауксинов и цитокининов в питательной среде относительно равны или количество первых незначительно больше вторых, то образуется каллус; если ауксины значительно преобладают, то формируются корни; если их значительно меньше, чем цитокининов, то образуются почки, побеги.

Наиболее приемлемой для культивирования меристем картофеля является среда с минеральной основой Мурасиге – Скуга (М–С).

В НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству в культуре *in vitro* для начального роста меристем применяют питательную среду М–С, разработанную в Институте картофелеводства НААН Украины, для пересадки и укоренения проростков из меристем – модификацию среды Мурасиге – Скуга Всероссийского научно-исследовательского института картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха, а для микрочеренкования – собственную

модификацию этой же среды. Каждая из них подобрана применительно к определенному этапу морфогенеза.

В отечественном НПЦ питательные среды готовят только на основе агара. Сотрудниками проводились исследования по его замене на дешевые аналоги природного происхождения – перлит и агроперлит [11], но широкого практического применения они так и не получили. Твердые питательные среды агар-агар, бактоагар, агар Дифко, агар микробиологический, агар пищевой (ГОСТ 16280–2002) обладают бесспорным преимуществом, так как их приготовление происходит значительно быстрее, а в застывшем виде они надежно фиксируют расположение черенка.

При приготовлении среды для лучшего растворения навеску агара предварительно замачивают в небольшом количестве дистиллированной воды. Обычно используют 6–7 г агара на 1 л раствора, так как дальнейшее увеличение концентрации уплотняет среду и затрудняет поступление питательных веществ в ткани. Еговливают, помешивая, в колбу или в кастрюлю с дистиллированной водой, подогретой до 50–70 °С, а затем нагревают для получения однородного коллоидного раствора. Помимо огнеупорных колб для приготовления питательной среды можно использовать эмалированные кастрюли. Сняв с огня, в емкость с агаром добавляют предварительно приготовленный раствор, содержащий минеральные соли, витамины, сахарозу, регуляторы роста и другие составляющие. Затем среду доводят до нужного объема, доливая воду.

На рост меристем и дальнейшее микрклональное размножение растений-регенерантов влияет кислотность среды, определяющая степень доступности для растений питательных веществ. Кислые или щелочные среды препятствуют поступлению некоторых элементов, например фосфора и железа, делая их относительно нерастворимыми, ограничивая тем самым рост растений. В то же время при высокой кислотности другие элементы переходят в растворенное состояние и становятся токсичными для эксплантов. Обязательным этапом перед разливом свежеприготовленной питательной среды по пробиркам является измерение рН. Оптимальна для культуры картофеля питательная среда с кислотностью рН 5,7–5,8. При отклонениях рН необходимо довести его до оптимума путем добавления 0,1 Н КОН или 0,1 Н НСl. Таким образом, кислотность питательной среды совпадает с кислотностью почвы, на которой произрастает картофель в естественных условиях.

Горячую среду разливают по стерильным пробиркам, закрывают ватно-марлевыми пробками и ставят в металлические штативы. В таком виде ее помещают в автоклав для стерилизации при температуре 120 °С и давлении 1 атм в течение 20–25 мин.

Вычленение и культивирование меристем и эксплантов

Все работы проводятся в стерильных условиях микробиологического бокса или в ламинарных, которые находятся в специальном помещении с бактерицидными лампами. Меристему вычленяют из зеленых или этиолированных ростков клубней.

Сделать это из зеленых ростков технически проще, в них она хорошо различима и более устойчива к повреждению. Однако установлено, что эффективность оздоровления выше при использовании хрупких этиолированных ростков, так как концентрация вирусов в них ниже, а здоровая зона, свободная от вирусов, больше, чем в зеленых.

В НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству, согласно принятой схеме отбора только здоровых клонов, для перевода в культуру *in vitro* используют апикальный участок ростка, так называемый эксплант, состоящий из паренхимы, проводящей ткани и камбия, размеры которого колеблются от 1,5 до 3,0 мм. Такая работа значительно облегчает процесс вычленения и повышает приживаемость. Вычленение и культивирование эксплантов проводят так же, как и меристем.

Ростки, снятые с поверхности клубня, частично освобождают от покровных листочков, а оставшуюся часть подвергают стерилизации. Необходимое условие для этого – обеспечение достаточной степени чистоты объекта и сохранность его жизнеспособности. В качестве стерилизующих растворов используют спирт, растворы гипохлорита кальция, гипохлорита натрия в концентрациях 1–6%, раствор диацида 0,1% или раствора сулемы 0,1%. В НПЦ применяют 30%-й раствор «Белизна». Длительность стерилизации 3–4 мин, после чего проводят постстерилизацию, то есть тщательное отмывание ростка от стерилизующего раствора. Как правило, промывают 3–4 раза в автоклавирующей дистиллированной воде комнатной

температуры. Дезинфицированные ростки помещают на поверхность чашки Петри и под микроскопом, поочередно используя отдельные инструменты для удаления лишних покровных листочков, выделяют эксплант. Инструменты стерилизуют после каждой операции, погружая в спирт, с последующим обжигом. Отделенный эксплант на кончике ланцета переносят в пробирку с питательной средой, стараясь не углублять в среду, иначе подавляется его способность к росту. Очень важно аккуратно и точно провести вычленение и быстро поместить выделенный кусочек ткани на питательную среду, обеспечивая плотное прилегание среза. Пробирку закрывают ватно-марлевой пробкой над пламенем спиртовки и подписывают (указывают название сорта и порядковый номер, аналогичный номеру клона, который использовали для вычленения экспланта).

Штативы с пробирками переносят в культуральную комнату с постоянным световым и температурным режимом на специальные стеллажи, где проходит рост и развитие экспланта в микрорастение. Оптимальная температура для регенерации составляет 23–25 °С, влажность – не менее 70%, интенсивность света – 4 тыс. люкс, при 16-часовом фотопериоде.

Как правило, в течение месяца после посадки на питательную среду наблюдают увеличение размеров и интенсивное позеленение экспланта. Затем его рост может приостановиться вследствие изменения концентрации компонентов и рН среды, а также ее подсыхания. У основания проростка может образоваться каллусная ткань, лишенная проводящей системы, которая препятствует

дальнейшему развитию. Поэтому по мере роста регенеранты необходимо периодически пересаживать на свежие питательные среды, которые содержат все необходимые компоненты для стимуляции ризогенеза и роста стебля.

Время от посадки меристем или экспланта до регенерации растения с 5–6 листочками составляет 30–45 дней, но в зависимости от сорта некоторые меристемы или экспланты могут оставаться живыми и регенерировать в растения в течение 2–8 месяцев.

Полученное растение с 5–6 листочками черенкуют и черенки высаживают в пробирки на питательную среду для микрочеренкования. Исходный образец с несколькими листочками (от 4–5 до 7–8, в зависимости от морфотипа конкретного сорта) извлекают из пробирки и разрезают на чашке Петри на черенки, включающие часть стебля с одним листочком. Нижняя часть под листочком должна быть значительно длиннее верхней для лучшей фиксации. Черенок пинцетом погружают в пробирку на глубину междоузлия. Количество среды, достаточной для регенерации черенка в растение, должно быть в пределах 20% от общего объема пробирки. Растения из черенков, как и вычлененные экспланты, выращивают в специально оборудованных для этих целей помещениях (культуральных комнатах) с постоянным световым и влаготемпературным режимами. В случае, если необходимо размножить сорт в кратчайшие сроки, в пробирке оставляют базальную часть стебля с корневой системой для повторного отращивания. Отросток делит на 2–3 черенка, причем каждый должен содержать несколько

междоузлий для лучшей адаптации и роста на питательной среде. Такую практику рекомендуется применять в экстренных случаях, так как растение, выросшее повторно на остатках среды, будет ослабленным. После помещения черенков в пробирки со свежей питательной средой необходимого объема развитие и рост выравнивается. Метод ускоренного размножения с помощью микрочеренкования полностью исключает заражение и позволяет за короткий срок получить большие объемы, так как последующие деления можно проводить через каждые 3–4 недели.

Перевод в культуру ткани сортов картофеля и получение в процессе регенерации исходных материнских растений или линий – довольно трудоемкий процесс. Он сопровождается строгим контролем на наличие скрытой вирусной инфекции произведенного материала и служит

одной цели – созданию коллекций *in vitro* по каждому включенному в процесс сорту, которые необходимы для микроклонального производства.

Базисная коллекция картофеля (для семеноводства) находится в специальном помещении с постоянной температурой 18–20 °С, освещенностью 3000–4000 лк при 16-часовом световом фотопериоде. Сорты, не востребованные рынком, содержатся отдельно и используются для научных исследований.

Помимо новых линий, ежегодно появляются вновь созданные селекционерами института сорта. Они идут на дальнейшее микроклональное производство и популяризацию в республике, а также для отдела семеноводства НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. Базисная коллекция состоит из 61 сорта и содержит 501 линию, с 2018 г. признана национальным достоянием Республики Беларусь. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Амелиюшкина Т. А., Семешкина, П. С. Защита и карантин растений. – М., 2011. №3
2. Рогозина Е. В. Дикие клубненозные виды рода *Solanum* L. и перспективы их использования в селекции картофеля на устойчивость к патогенам: авторефер. дис. на соискание учёной степени д-ра биол. наук. – СПб., 2012.
3. Широков А. И. Основы биотехнологии растений: учеб.-метод. пособие / А. И. Широков, Л. А. Крюков. – Н. Новгород, 2012.
4. Radkovich E. V. Selection potato clones free of phytopatogens by Elisa and PCR methods for introduction to the culture in vitro / E. V. Radkovich, G. N. Guscha, I. V. Filonova, E. A. Gernak, A. I. Adamova // Bioresources and viruses. Abstracts. VII international conferecy. – Kyiv. 2013. P. 85.
5. Инструкция по выявлению вирусной и бактериальной инфекции в скрытой форме в картофеле методами иммуноферментного анализа, иммунофлуоресцентного анализа и полимеразной цепной реакции / Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений. – Минск, 2014.
6. Адамова А. И. Усовершенствование системы отбора исходного материала для сортообновления базисной коллекции сортов картофеля в условиях *in vitro* / А. И. Адамова, Е. В. Радкович, Г. Н. Гуца // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск, 2011. Т. 19. С. 190–199.
7. Радкович Е. В. Применение разных схем отбора свободного от фитопатогенов родоначального материала картофеля / Е. В. Радкович, С. А. Турко, А. И. Адамова, Г. Н. Гуца // Земледелие и защита растений. 2013. №3. С. 64–67.
8. Бабикова А. В. Растение как объект биотехнологии / А. В. Бабикова, Т. Ю. Горпенченко, Ю. Н. Журавлев // Комаровские чтения. 2007. Вып. LV. С. 184–211.
9. Использование тканевых культур в теоретической и практической селекции картофеля / Б. Петт [и др.]; Академия сельскохозяйственных наук ГДР. – Берлин, 1986.
10. Безвирусное семеноводство картофеля (рекомендации) / Л. Н. Трофимец и [и др.]; сост. Л. Н. Трофимец. – М., 1990.
11. Коновалова Г. И. Оптимизация питательных сред для клонального микро размножения картофеля в культуре *in vitro* // Актуальные проблемы защиты картофеля, плодовых и овощных культур от болезней, вредителей и сорняков: М-лы науч.-практ. конф. – Минск, 2005. С. 20–26.
12. Винклер Г. Н. Применение черенкования при выращивании безвирусных растений картофеля методом культуры меристемы / Г. Н. Винклер, Р. Г. Бутенко // Физиология растений: науч. тр. Т. 17, №4. – М., 1970. С. 851–853.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ *in vitro*



Наталья Кухарчик,
заведующая отделом
биотехнологии Института
плодоводства НАН Беларуси,
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор

Аннотация. Представлены результаты исследований отдела биотехнологии Института плодоводства НАН Беларуси в области размножения плодовых и ягодных культур *in vitro*. Описаны основные этапы получения посадочного материала сортов плодовых и ягодных культур, винограда, хмеля, адаптированных для выращивания в Беларуси.

Ключевые слова: плодоводство, питательные среды, размножение *in vitro*, адаптация, посадочный материал.

Разработка и адаптация методик микроразмножения *in vitro* и последующего выращивания микрорастений *ex vitro* к современному сортименту плодовых и ягодных растений Беларуси позволяет своевременно размножить единичные селекционные экземпляры, включить технику *in vitro* в процесс оздоровления, депонирования, защиты от реинфицирования, осуществлять безопасный обмен растительным материалом и производство высококачественного посадочного материала.

В практических работах отдела биотехнологии Института плодоводства по ускоренному размножению плодовых и ягодных культур используется техника на основе индукции прямого органогенеза из тканей материнского растения. Наиболее удобны для инициации культуры *in vitro* вегетативные почки, поскольку именно в них содержатся основные зачатки органов растений, представленные наименее специализированной меристематической тканью. Вегетативные почки вводятся *in vitro* как целыми с почечными чешуями и без них

на одревесневших и недревесневших черенках, так и в виде изолированных меристем. Органогенез растений в культуре *in vitro* при этом происходит практически так же, как *in vivo*, за исключением того, что с введением экзогенных цитокининов в питательные среды для первой культуры инициируется развитие как верхушечной меристемы, так и конгломерата микроразмножения. Снятие апикального доминирования путем формирования побегов с относительно укороченными междоузлиями, инициация развития пазушных почек и меристематических бугорков, которые дают начало новым побегам, рекультивируемым с теми же результатами, является универсальной моделью прямого органогенеза

in vitro и имеет хорошую воспроизводимость в пределах широкого набора видов и сортов плодовых и ягодных растений. Тем не менее каждая культура в процессе органогенеза имеет свои особенности и предъявляет определенные требования к составу питательных сред по минеральным компонентам, углеводам, фитогормонам и их концентрациям, физическим условиям культивирования на различных этапах.

С технической точки зрения, процесс размножения плодовых и ягодных культур *in vitro* разделяется на несколько этапов: изоляция и стерилизация экспланта, создание условий для его роста на питательной среде, то есть инициация культуры *in vitro*; максимальное увеличение количества

микрорастений – собственно микроразмножение; укоренение побегов; возврат растений из условий *in vitro* в условия *ex vitro* – адаптация регенерантов.

В отделе биотехнологии Института плодоводства в культуре *in vitro* выращивается посадочный материал плодовых и ягодных сортов, клоновых подвоев для плодовых культур, винограда, хмеля (табл. 1), проводится размножение элитных гибридов для селекционной оценки и передачи в Государственную инспекцию по испытанию и охране сортов растений.

Для перечисленных в таблице растений в рамках научных проектов и хозяйственных договоров разработаны методические элементы получения *in vitro* требуемого количества однолетних саженцев в течение одного – двух лет.

Наиболее трудоемкими этапами культивирования с применением техники *in vitro*, являются переходные стадии *in vivo* – *in vitro* – *ex vitro*. Основные проблемы перевода *in vitro* связаны с необходимостью освобождения от патогенных микроорганизмов без повреждения тканей эксплантов и с последствиями нарушения систем питания при выделении изолированных частей. При размножении ягодных предпочтительнее отдается ежегодному введению эксплантов *in vitro* – для сокращения количества пассажей, снижения риска мутабельности и других аномалий, возникающих в результате длительного культивирования на искусственных питательных средах. Для плодовых в связи с длительной стабилизацией культуры *in vitro* пассажирование возможно в течение двух лет. Из основных факторов, влияющих

Культура, вид		Количество сортов, форм
Арония черноплодная	<i>Arónia melanocárpa</i>	2
Брусника обыкновенная	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	3
Виноград	<i>Vitis</i> L.	12
Вишня (сорта и клоновые подвои)	<i>Prúnus subg. (Cérasus)</i>	20
Голубика высокорослая	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	
Голубика полувысокая	<i>Vaccinium angustifolium</i> Ait. × <i>Vaccinium corymbosum</i> L.	15
Голубика узколистная	<i>Vaccinium angustifolium</i> Ait.	
Ежевика	<i>Rubus subgen (Rubus fruticosus</i> L.)	6
Жимолость	<i>Lonicera caerulea</i> L.	10
Земляника садовая	<i>Fragaria x ananassa</i>	60
Ирга	<i>Amelanchier alnifolia</i>	4
Клюква крупноплодная	<i>Vaccinium macrocarpon</i> Ait.	3
Крыжовник	<i>Ribes úva-crispa</i> L.	6
Малина	<i>Rúbus idáeus</i>	20
Облепиха	<i>Hippophae rhamnoides</i>	2
Рябина садовая	<i>Sórbus aucupária</i>	3
Слива (сорта и клоновые подвои)	<i>Prunus</i> L.	6
Смородина красная	<i>Ribes rúbrum</i> L.	5
Смородина черная	<i>Ribes nígrum</i> L.	37
Хеномелес	<i>Chaenomeles japonica</i>	2
Хмель	<i>Humulus lupulus</i> L.	5
Черника обыкновенная	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1
Яблоня (клоновые подвои)	<i>Malus P. MILL.</i> ,	5
Груша (сорта и клоновые подвои)	<i>Pyrus</i> L.	6

Таблица 1. Плодовые и ягодные культуры, виноград, хмель, размножаемые *in vitro* в отделе биотехнологии Института плодоводства, 2000–2019 гг.

Культура	Питательные среды на этапах			КР*	Ризогенез <i>in vitro</i> *, %	Адаптационные субстраты	Адаптация*, %
	введения <i>in vitro</i>	размножения	укоренения				
Арония черноплодная	МС, 6-БА – 0,5 мг/л		МС, ИМК 0,1 мг/л	до 12	до 100	БИОНА, перлит	до 90
Брусника обыкновенная	WPM+2iP – 5 мг/л; Зеатин – 1–2 мг/л		–	5	–	мох сфагнум + торф	до 94
Виноград	МС, 6-БА – 1,1 мг/л		½ МС, ИМК – 0,2 мг/л	до 6	99	торф+перлит	до 95
Вишня (сорта)	МС, 6-БА – 0,75 мг/л		МС, ИМК 0,8 мг/л	до 6	до 85	БИОНА	до 87
Вишня (клоновые подвои)	МС, 6-БА – 0,5 мг/л		½ МС, ИМК – 0,4 мг/л	до 20	до 94	БИОНА, перлит	до 95
Голубика	WPM+2iP – 5 мг/л; Зеатин – 1–2 мг/л		–	8	–	мох сфагнум + торф	до 100
Груша (клоновые подвои)	МС (1/4NH ₄ NO ₃) + 6-БА – 1,5 мг/л		МС, ИМК 0,5 мг/л	до 6	63	БИОНА	93
Ежевика	МС, 6-БА – 0,5 мг/л		МС, ИМК 0,3 мг/л	8	96	перлит	95
Жимолость	МС, 6-БА – 0,5 мг/л	МС, 6-БА – 1,5 мг/л	½ МС, ИМК 1–3 мг/л	до 8	93	торф, перлит	100
Земляника садовая	Гамборга+6-БА – 0,1 мг/л	МС, 6-БА – 0,2–0,7 мг/л	¼ МС	до 12	99	перлит	99
Клюква крупноплодная	WPM+Зеатин – 1–2 мг/л		–	4	–	мох сфагнум + торф	99
Крыжовник	МС (1/3NH ₄ NO ₃ ; 1/3 KNO ₃) + 6-БА – 0,3 мг/л		МС (40% макро-; 50% микросолей), ИМК – 0,3 мг/л	до 5	91	БИОНА	71
Малина летняя, ремонтантная	МС, 6-БА – 0,75 мг/л		МС, ИМК 0,1 мг/л	до 13	99	БИОНА, перлит	99
Рябина садовая	МС, 6-БА – 0,5 мг/л		МС, ИМК 0,2 мг/л	до 13	99	БИОНА, торф+перлит	99
Слива (сорта)	МС, 6-БА – 1 мг/л	МС, 6-БА – 0,5 мг/л	½ МС, ИМК 0,5 мг/л	2	56	БИОНА	85
Слива (клоновые подвои)	QL, МС + 6-БА – 0,5 мг/л		МС, ИМК 0,3 мг/л	до 12	99	БИОНА, перлит	94
Смородина красная	МС, 6-БА – 0,2 мг/л	МС, 6-БА – 0,6–0,8 мг/л	МС, ИМК 0,4–0,5 мг/л	до 7	до 90	БИОНА, перлит	до 82
Смородина черная	МС, 6-БА – 0,5–1,0 мг/л		½ МС, ИМК 0,5–0,8 мг/л	до 7	до 100	БИОНА	до 94
Хеномелес	МС, 6-БА – 0,1 мг/л	МС, 6-БА – 0,75 мг/л	МС, ИМК 0,9–1,0 мг/л	до 5	94	перлит	93
Хмель	МС, 6-БА – 0,5 мг/л		МС, ИМК 0,5 мг/л	8	99	БИОНА, перлит	99
Яблоня (клоновые подвои)	МС, 6-БА – 0,1 мг/л	МС, 6-БА – 2–5 мг/л	МС, ИМК 0,5–1,0 мг/л	до 5	99	БИОНА	86

Таблица 2. Выделенные компоненты питательных сред и субстратов для адаптации плодовых, ягодных культур, винограда, хмеля (по результатам исследований 2000 – 2019 гг.). Примечание: *КР – коэффициент размножения; результативность ризогенеза и адаптации приведены по средним многолетним данным для различных сортов. При значительной разнице показателей между сортами приведены лучшие результаты.

на эффективность ее инициации, можно выделить размер первоначального экспланта, его местоположение на исходном растении, возраст, период изоляции, состав питательных сред.

Процесс микроразмножения для плодовых и ягодных культур происходит в основном в результате закладки пазушных почек, которые дают начало микропобегам, а также благодаря непосредственному росту последних, которые могут быть разрезаны на черенки (кроме земляники). Для размножения *in vitro* оптимальными являются такие концентрации компонентов питательных сред, которые обеспечивают достаточно высокий коэффициент деления за один пассаж, минимальную дедифференциацию

тканей и отсутствие адвентивных почек. При использовании относительно низких концентраций цитокининов (в наших исследованиях 0,1–2,0 мг/л) образование каллуса и придаточных почек у плодовых и ягодных культур сводится к минимуму, на таких средах не наблюдается витрификации регенерантов, что особенно важно для этапов укоренения и адаптации к нестерильным условиям. В табл. 2 приведены данные по выделенным в результате многолетних исследований концентрациям цитокининов для каждой культуры, минеральному составу питательных сред, а также коэффициенты размножения (КР) для сортов. Необходимо отметить, что для большинства плодовых и ягодных оптимальным

цитокинином является 6-бензил-аденин (6-БА), для брусничных – 2iP и зеатин (рис. 1).

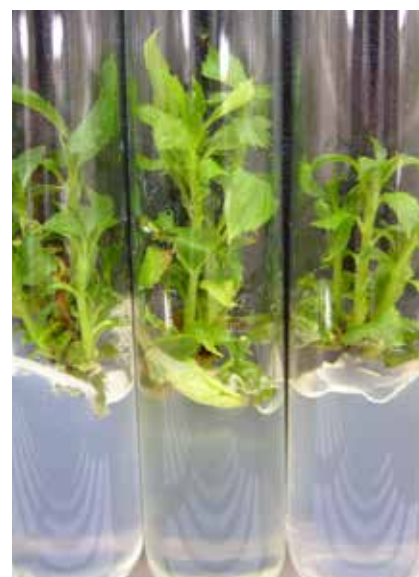


Рис. 1. Размножение в культуре *in vitro*

Рис. 2. Ризогенез в культуре *in vitro*

Развитие корневой системы в культуре *in vitro* определяется, в первую очередь, генотипом (способность к образованию корней в культуре *in vitro* коррелирует с укореняемостью черенков традиционными методами). Наши исследования по изучению особенностей ризогенеза большого набора сортов и гибридов плодовых и ягодных растений, адаптированных к выращиванию в условиях Беларуси, показывают, что основными факторами, влияющими на интенсивность и качество укоренения, являются концентрация и вид ауксина в питательной среде (без использования веществ ауксиновой природы корни на микрочеренках *in vitro* практически не образуются); концентрация минеральных компонентов питательных сред; степень развития укореняемого экспланта (для большинства культур высота микрочеренка не менее 1,5–2 см). Исключение составляет земляника садовая, относящаяся к травянистым растениям, она очень легко укореняется без экзогенных ауксинов, как в естественных условиях, так и *in vitro*. Для широкого спектра плодовых и ягодных культур оптимальный индуктор ризогенеза *in vitro* – индолмасляная

кислота (ИМК) в концентрациях от 0,1 до 3,0 мг/л (табл. 2, рис. 2). Не входят в список брусничные культуры (голубика, брусника, клюква), для которых укоренение *in vitro* нецелесообразно, а *ex vitro* позволяет одновременно укоренять и адаптировать регенеранты *Vaccinium spp.* Эффективность такого совмещения для голубики составляет 96,2–100,0%, брусники – 66,7–93,8%, клюквы – 96,9–100,0%. Оптимальными субстратами для адаптации данных сортов являются верховой торф и мох *Sphagnum L.*

Ограничивающим фактором для промышленного микроразмножения плодовых и ягодных культур являются проблемы адаптации *ex vitro*, заключающиеся в наличии высокого уровня транспирации растений-регенерантов, выращиваемых в культуре *in vitro* на искусственных питательных средах, содержащих большое количество воды, и при высокой влажности, дефиците углекислого газа и слабом освещении в изолированном пространстве культуральной емкости. При таких условиях культивирования

Рис. 3. Адаптация растений-регенерантов после культуры *in vitro*

у растений-регенерантов слабо развиваются проводящие сосуды ксилемы, не функционирует устьичный аппарат, практически отсутствует эпикуткулярный слой воска, питание носит фотомиксотрофный характер, корни, образованные *in vitro*, анатомически отличаются от корней *ex vitro*. Все приведенные факторы определяют медленный рост регенерантов в нестерильных условиях, а активное размножение патогенной микрофлоры на изначально стерильных растениях может свести результативность адаптации к минимуму.

Для предотвращения избыточной транспирации создаются условия высокой влажности, для уменьшения патогенной нагрузки применяются стерильные субстраты, как правило, являющиеся двух- или трехкомпонентными смесями, в которых используются такие исходные вещества, как торф, песок, перлит, ионообменные субстраты, водоудерживающие препараты. В ходе исследований выделены оптимальные компоненты субстратов для изученных культур, обеспечивающие высокую результативность адаптации, в том числе перлит, торф, ионообменный субстрат «БИОНА», сфагновый мох, (табл. 2, рис. 3).

Необходимо отметить, что исходным материалом для размножения в культуре *in vitro* плодовых и ягодных культур является созданная в Институте плодоводства коллекция растений, свободных от системных патогенов, регламентируемых нормативными документами ЕРРО и белорусскими СТБ на посадочный материал, и депонируемые в условиях, минимизирующих риск повторного заражения (рис. 4). Выделение базовых единиц проводится

методами иммуноферментного и ПЦР-анализа, при этом для всех культур, приведенных в табл. 2, суммарно тестируется 26 патогенных вирусов и фитоплазмы. Для выборочной диагностики генетической стабильности посадочного материала проводится ПЦР-анализ. Так, при изучении маточных растений сортов голубики и их клонов, полученных при микроразмножении, праймеры при амплификации с анализируемыми ДНК-матрицами генерировали идентичные RAPD-профили, что указывает на отсутствие варибельности в анализируемых локусах.

Разработанные методики, технологические регламенты размножения, а также созданные свободные от патогенных вирусов маточные насаждения позволили организовать производство оздоровленных саженцев более 200 сортов 20 плодовых и ягодных культур, винограда, хмеля для закладки маточников и промышленных насаждений в питомниководческих хозяйствах Беларуси, России, Грузии, реализации населению для приусадебного возделывания.

Большое количество материала, полученного в Институте плодородства, используется для создания маточных насаждений в питомниководческих хозяйствах, что обусловлено как высокими фитосанитарными стандартами получаемого материала, так и тем, что для многих ягодных растений и клоновых подвоев плодовых культур отмечено значительное увеличение вегетативной продуктивности после прохождения растений через культуру *in vitro*, без других оздоровительных процедур. Например, для земляники садовой после этого характерны



Рис. 4. Базовые растения подвоев вишни в защищенном грунте

более интенсивные плете- и усобразование и большая площадь листовой поверхности. Среднее для различных сортов количество плетей и дочерних розеток на одно растение, выращенное традиционным способом, – 3,62 и 7,99 шт., после культуры *in vitro* – 6,4 и 16,4 шт. соответственно.

В институте плодородства активно развивается получение корнесобственных саженцев для плодовых в культуре *in vitro*, традиционно размножаемых прививкой, в частности вишни, сливы. К преимуществам корнесобственных насаждений можно отнести более высокую зимостойкость и возможность восстановления за счет поросли, лучший размер плодов, их качество и хранение; большую устойчивость к болезням; адаптивность к выращиванию с закрытой корневой системой. Нами разработаны рекомендации по размножению *in vitro* сортов вишни и сливы, которые определяют последовательность стерилизации эксплантов, период инициации культуры *in vitro*, питательные среды для всех этапов культивирования, физические параметры инициации культуры и ризогенеза (температура, освещенность). Исследования

позволили выделить сорта, пригодные для получения корнесобственных растений (Ровесница, Ливенская, Гриот белорусский, Вянок, Ласуха, Новодворская); обеспечить результативность инициации на уровне 70–95%, коэффициент размножения за 1 пассаж – 3,1–6,5 в зависимости от сорта, ризогенез на уровне 95% и выход адаптированных растений – не менее 92%; оптимизировать последовательность получения саженцев за счет исключения технологических приемов (выращивание подвоев, окулировка). Аналогичные результаты получены для сливы сортов Даликатная и Венгерка белорусская.

Основные направления исследований в области микроразмножения на ближайшие годы предполагают расширение перечня размножаемых культур за счет включения малораспространенных поливитаминных ягодных растений; перечня новейших сортов основных плодовых и ягодных культур; совершенствования технологий культивирования для снижения стоимости выращиваемых в культуре *in vitro* саженцев при сохранении высоких фитосанитарных и морфометрических характеристик. ■

ЛЕСНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ



Владимир Падутов,
заведующий
лабораторией генетики
и биотехнологии
Института леса
НАН Беларуси,
член-корреспондент



В основе лесной биотехнологии лежат, с одной стороны, достижения академической науки – физико-химической биологии, биохимии и физиологии растений, генетики, микробиологии, а с другой – наработки лесной отраслевой науки [1]. Главная цель – обеспечение плантационного лесоразведения необходимым объемом селекционного посадочного материала. Традиционные методы создания новых форм лесных видов имеют существенный недостаток – низкую эффективность, несовместимую с потребностями плантационного лесоводства. Деревья имеют длительный жизненный цикл, что усложняет и задерживает процесс селекции, требуется много десятилетий для создания высокопродуктивных линий с ценными признаками, которые стабильно наследуются. Чтобы ускорить этот процесс, используются различные методы гибридизации для получения новых форм растений. Однако их главный недостаток заключается в том, что в первом поколении наблюдается дефицит продуктивности (отсутствие возможности

количеством получаемых семян обеспечить насыщенность рынка), а во втором – расщепление признаков. Многие виды древесных растений имеют низкий коэффициент вегетативного размножения, что затрудняет или делает невозможным получение посадочного материала из ценных гибридов в промышленном масштабе вегетативным способом.

Основными задачами биотехнологии в лесном хозяйстве, как и в области сельского, являются:

- *ускорение селекционного процесса (на этапах отбора, скрещивания, гибридологического анализа) и повышение его эффективности;*
- *создание новых генетически измененных форм методом геной (генетической) инженерии, включая трансгенез и генетическое редактирование;*
- *массовое получение лесного посадочного материала хозяйственно ценных форм древесных видов, отличающихся повышенной продуктивностью по определенным признакам, методом клонального микро-размножения (микроразмножения).*

Аннотация. Описаны основные этапы биотехнологических работ в лесном хозяйстве. Указаны цель и задачи лесной биотехнологии. Проведено сравнение с сельскохозяйственной биотехнологией, показаны их сходство и различия.

Ключевые слова: биотехнология, лесные древесные виды, культуры *in vitro*.

Внедрение достижений в области биотехнологии в лесное хозяйство стало возможным благодаря разработке методов получения культур *in vitro* селекционных форм древесных растений с последующим клональным размножением. Это позволяет не только производить любое необходимое количество посадочного материала, но и делать его однотипным, что помогает повысить продуктивность специализированных плантаций [2, 3].

Возможности биотехнологических методов в процессе селекции лесных культур могут быть реализованы различными способами благодаря соматической гибридизации, соматической изменчивости, индуцированному

мутагенезу или генной инженерии. Особый интерес как инновационные направления представляют соматическая гибридизация (метод создания гибридов неполовым путем в результате слияния изолированных протопластов, полученных из соматических, а не половых, клеток), клеточная селекция (когда за счет индуцированного мутагенеза получается конгломерат клеток с различающимися геномами, при этом каждая клетка в дальнейшем культивируется отдельно до образования полноценного микрорастения) и генная инженерия, поскольку они позволяют быстро получать новые формы древесных растений, часто с комбинациями хозяйственно-ценных признаков нескрещивающихся между собой видов. Помимо закладки плантаций из высокопродуктивных клонов еще одной важной причиной создания культур *in vitro* лесных насаждений является необходимость сохранения ценных видов или форм в случае угрозы их исчезновения.

Особенность лесной биотехнологии заключается в том, что говорить о ценности какой-либо формы древесного вида можно только после 30–40-летнего возраста. Однако при введении в культуру клеток и тканей (культуру *in vitro*) деревьев, которые достигли

физиологической зрелости, возникают сложно решаемые проблемы. Использование семян и молодых сеянцев в качестве источника эксплантов (группы клеток, отделенных от материнского организма) облегчает процесс клонального микроразмножения, однако в этом случае невозможно заранее судить о ценности клона. Другая трудность связана с физиологическим старением культуры *in vitro*, что в конечном итоге приводит к ее потере [4]. Существует несколько подходов к решению этих вопросов: использование ювенильных частей растения (стволовых и корневых побегов); омоложение с помощью прививок [4, 5]; длительное поддержание ювенильного возраста путем криоконсервации, в то время как в полевых условиях проводится селекционная оценка исходного материала, после которой ценные генотипы могут быть массово размножены [6]; использование таких факторов, как осмотический, температурный или гормональный стресс, которые стимулируют микроразмножение [7].

Технологии размножения в культурах *in vitro* подразделяются на 3 большие группы: размножение пазушными и верхушечными побегами (прямой морфогенез), непрямой морфогенез и соматический эмбриогенез (рис. 1).

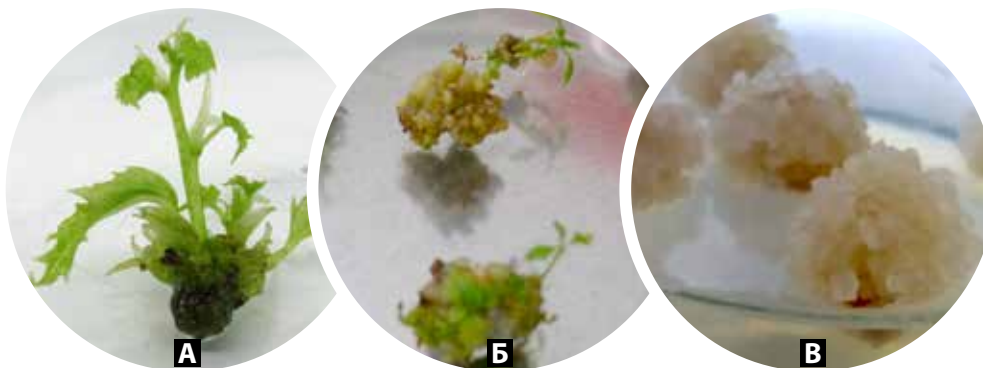


Рис. 1. Технологии размножения в культурах *in vitro*:

- А.** Прямой морфогенез
- Б.** Непрямой морфогенез
- В.** Соматический эмбриогенез

Первая группа основана на размножении с использованием меристем, уже заложенных в самом растении, тогда как непрямой морфогенез и соматический эмбриогенез основаны на формировании органов или эмбриона вновь (*de novo*).

Получение растений посредством прямого морфогенеза аналогично вегетативному размножению путем укоренения черенков, при котором побеги отделяют от взрослого дерева, и они регенерируют корни в специально подобранных условиях. Различия заключаются в том, что в случае прямого морфогенеза весь процесс протекает в асептических условиях, а последующие манипуляции в условиях *in vitro* направлены на стимулирование развития пазушных и верхушечных побегов, которые можно выделить и укоренить для получения посадочного материала или же высадить для дальнейшей мультипликации. Таким образом, в отличие от традиционных методов размножения, которое ограничивается укоренением одного черенка, прямой морфогенез позволяет из одного побега получить большое количество растений, а с учетом возможности длительного поддержания существования культур – практически неограниченное.

Основное преимущество технологий, связанных со стимуляцией уже существующих меристем, состоит в том, что растения в культуре *in vitro* развиваются из уже заложенных у родительского дерева почек или образовательной ткани. В этом случае проявление соматической изменчивости (спонтанного мутагенеза) маловероятно, и генотип микро-растений будет соответствовать

материнскому. Следует отметить, что описанный метод размножения наиболее эффективен для создания культуры *in vitro* на основе материала средне- или старовозрастных деревьев [8].

В то время как технология прямого морфогенеза является основной для *in vitro* листовых видов, для хвойных растений существует только несколько примеров ее успешного применения. У сосен это связано с трудностью стимулирования развития пазушных почек, находящихся у основания мутовки [9]. Редкое исключение – *Pinus radiata*, для которой была разработана технология размножения пазушными побегами, позволившая получить и высадить в полевые условия тысячи микроклонально размноженных саженцев с середины 80-х гг. прошлого столетия [4]. Один из недостатков – редкое исключение – *Pinus radiata*, для которой была разработана технология размножения пазушными побегами, позволившая получить и высадить в полевые условия тысячи микроклонально размноженных саженцев с середины 80-х гг. прошлого столетия [4]. Один из недостатков – необходимость оптимизации большого количества этапов технологического процесса (инициация, удлинение и отделение побегов, укоренение и адаптация к почвенным условиям и др.) и в большинстве случаев невозможность их автоматизации.

Непрямой морфогенез – это получение *de novo* органов растений (почек, побегов и корней) из выделенных тканей или каллуса. Образовавшиеся в этом случае адвентивные почки, как и в случае метода пазушных побегов, удлиняются в побеги, которые изолируются и укореняются по отдельности.

С помощью этого типа регенерации можно получить большее количество растений за один и тот же период времени. Однако данный метод очень трудоемкий и длительный. Следует отметить, что при непрямом морфогенезе,

особенно при наличии каллусной стадии, вероятность соматической изменчивости у регенерируемых растений может заметно возрасти. Само это явление вызывает неоднозначное отношение. С одной стороны, соматическая изменчивость – интересное и перспективное направление в селекции, поскольку расширяет базу для отбора хозяйственно ценных генотипов и создания сортов. С другой – для сохранения и промышленного использования специальных клонов соматическая изменчивость, несомненно, негативный процесс, так как посадочный материал перестает быть генетически однотипным. В любом случае установление данного показателя представляет собой важную составную часть биотехнологии. Прежде всего, оно основано на достоверных различиях в ПЦР-спектрах исследуемых образцов. При этом основным типом изменений выступает делетирование (удаление) той или иной фракции амплифицируемого продукта. Однако следует отметить, что большинство локусов образцов с соматической изменчивостью идентичны с генотипом родительского растения, что иногда требует больших временных затрат на проведение такого теста на генетическую однотипность. Эту проблему легко решает технология полногеномного секвенирования, однако при этом возникают новые – значительное увеличение стоимости анализа и наличие соответствующей приборной базы.

Соматический эмбриогенез – это образование структур *de novo*, сходных с зиготическими зародышами (эмбрионами), из организованных тканей или каллусов. Они имеют биполярную структуру

(обладают корневым и стеблевым полюсами) и не имеют сосудистой связи с исходной тканью, также могут быть получены прямым или непрямым эмбриогенезом. При первом эмбриониды образуются в основном за счет размножения экспланта – зиготического зародыша [10], при втором – из эмбриогенной каллусной ткани.

Соматический эмбриогенез можно считать очень перспективной технологией для массового производства микрклонально размноженных саженцев с целью создания лесных культур [11]. Преимуществом этого метода является то, что процесс может быть относительно легко автоматизирован, и это, во-первых, снижает его стоимость, во-вторых, устраняет все ограничения на ежегодное обеспечение лесовосстановления любым количеством посадочного материала для видов, характеризующихся периодичностью семя- или плодоношения. К тому же соматические эмбрионы, подобно зиготическим зародышам, имеют зачаточные корни, побег и листья. Однако есть и недостатки, основной из которых – формирование относительно небольшого процента эмбрионов в полноценные растения [12]. Следует также отметить, что часто в качестве источника эксплантов используются семена или сеянцы, потенциал которых с лесохозяйственной точки зрения еще не реализован и, следовательно, не может быть оценен. В этом случае их сложно считать селекционным материалом, поскольку известны признаки только одного родительского организма – материнского.

Важным моментом создания и поддержания коллекции *in vitro*, особенно в случае двух последних методов, является генетическое

соответствие клонального материала исходным растениям. Кроме определения генетической однотипности молекулярная паспортизация (дактилоскопия) образцов проводится также с целью предотвращения ошибок при сборе экспериментального материала эксплантов, введении в культуру или субкультивировании (неправильное обозначение клонов, замещение другими клонами, утрата идентификационных номеров и др.). Помимо этого генетическая паспортизация также позволяет решать ряд дополнительных вопросов, связанных с защитой прав собственности на селекционные и биотехнологические достижения, сохранностью и продажей сортов, контролем безопасности растительного материала и т.д.

В целом лесная биотехнология очень схожа с сельскохозяйственной, однако между ними существуют различия. Так, в лесной биотехнологии методы, направленные на получение сортов путем гибридизации (слияние протопластов, спасение зародышей гибридных семян и др.), используются относительно редко. Это связано с тем, что для большинства лесных древесных растений большую сложность составляет оценка основной характеристики регенерантов – их продуктивности. Ее не рекомендуется оценивать до 30–40 лет в связи с нелинейной зависимостью запаса древесины от возраста растения.

Другое отличие состоит в том, что в сельском хозяйстве методы биотехнологии применяются в основном для размножения растений определенного сорта. При этом большинство представлено генетически близкими особями, дающими однородный семенной

материал, устойчиво наследуя все признаки, полученные при селекции. По этой причине в качестве исходного материала для получения микрклональных культур можно использовать исключительно ювенильные ткани, которые относительно легко вводятся *in vitro*.

Поскольку в лесном хозяйстве практически отсутствуют сорта, за исключением нескольких модельных лесных видов, то работы по размножению целесообразно проводить для отдельных наиболее ценных растений, которые были отобраны в зрелом состоянии по фенотипическим признакам (рис. 2) в возрасте около 40 лет и старше (чаще всего 80–100 лет). Физиологические особенности тканей, получаемых от таких организмов, создают ряд трудностей, которые не встречаются или не имеют особого значения в биотехнологии сельхозкультур.

При работе с древесными растениями можно использовать ювенильную ткань, однако в лесной биотехнологии, по сравнению с сельскохозяйственной, подобный подход имеет несколько иные цели. В этом случае биотехнологические методы используются для сохранения генофонда какого-либо ценного или уникального древостоя (когда важно иметь не какой-то один определенный генотип, а максимально возможное количество разнообразных), увеличения количества растений, полученных в ограниченном количестве в случае проведения контролируемых скрещиваний, самоопыления или по другим причинам. Например, наличие многолетней цикличности в плодоношении характерно для ряда лесных древесных видов (дуб черешчатый). Как правило, в таких

случаях период между двумя сезонными годами, когда есть большой урожай семян или плодов, составляет 2–5 лет. Учитывая, что желуди теряют всхожесть после

нескольких лет хранения, возникает необходимость иметь источник посадочного материала, не связанный с периодичностью плодоношения.

Для отработки методов с конкретным древесным видом используют в качестве модели ювенильные растения. Однако следует отметить, что при работе с ними каждый из клонов будет отличаться по генотипу и, следовательно, по-разному реагировать на определенные условия культивирования.

Первый этап работы с культурами тканей включает не только выбор растения-донора, но также изолирование и стерилизацию

экспланта, создание условий для его роста на питательной среде. На этом этапе необходимо получить культуру, свободную от сапротрофных или патогенных микроорганизмов, добиться выживания экспланта и устойчивого образования и роста новых побегов *in vitro*. Успех этого этапа зависит от большого количества факторов – генотипа и состояния родительского растения, особенностей тканей и органов, способа создания стерильной культуры, условий культивирования.

Работа с материалом многолетних по возрасту деревьев приурочена ко времени года и связана с особенностями их жизненного цикла. Введение в культуру большинства древесных видов умеренного пояса облегчается при взятии материала во время периода покоя или сразу после его окончания. При этом в холодное время года растительный эксплант в меньшей степени загрязнен микрофлорой, что упрощает процедуру его поверхностной стерилизации.

При работе с лесными древесными видами существуют также отличия, связанные с методикой получения асептических культур. В дополнение к поверхностной стерилизации в биотехнологии сельскохозяйственных растений применяется ряд методов для освобождения меристематических культур от внутренних, в том числе вирусных, инфекций. Эти методы основаны на использовании особых приемов культивирования (апексов меристем, термо- и химиотерапии антибактериальными и противовирусными соединениями). Методики, связанные с освобождением растительных тканей от вирусов, широко используются в сельскохозяйственной



Рис. 2. Отбор экспериментального материала для лесной биотехнологии



биотехнологии, не прижились в лесной, так как получение безвирусного посадочного материала не актуально для лесного хозяйства. Эти различия связаны с тем, что наиболее важной целью при работе с окультуренными растениями является повышение их продуктивности на протяжении одного вегетационного периода или нескольких первых лет после посадки в полевые условия. Поскольку названные промежутки времени относительно невелики и повторное заражение растений вирусными инфекциями происходит постепенно, то применение оздоровленного посадочного материала будет характеризоваться высокой экономической эффективностью в течение нескольких лет. В лесном хозяйстве оборот рубки составляет 60–80 лет. Естественно, за столь длительный срок предотвратить повторное заражение древесных растений невозможно никакими мерами. Таким образом, оздоровление посадочного материала лесобразующих видов – второстепенная

задача, выполняемая пассивно путем уничтожения зараженных особей при введении в культуру растений с наибольшей продуктивностью и устойчивостью к стрессам окружающей среды, включая патогенные микроорганизмы. В то же время разработка методов поверхностной стерилизации эксплантов, взятых из деревьев среднего и старшего возраста, имеет особое значение.

Второй важный этап – это размножение, то есть субкультивирование асептических культур с постоянным увеличением количества микрорастений. Основная его цель – поддержание перевиваемых асептических культур и разработка растений для дальнейшей их адаптации к почвенным нестерильным условиям. Мультипликация в микроклональном размножении сходна для большинства культивируемых *in vitro* растений разных систематических групп, поэтому на данном этапе обычно используются относительно однотипные условия и схемы культивирования. Во время инициации физиологические процессы растений адаптируются к условиям *in vitro* и в некоторой степени происходит отбор вариантов микрорастений, способных

устойчиво существовать в асептической культуре.

В ходе микроклонального размножения древесных видов иногда возникает необходимость замедлить развитие некоторых образцов. Холодовое хранение при низких положительных температурах важно по двум основным причинам. Во-первых, работа с культурами тканей старовозрастных деревьев имеет специфические особенности, приводящие к большой продолжительности процесса инициации асептической культуры, которую в свою очередь необходимо сохранять в течение длительного времени. Во-вторых, в процессе промышленного производства посадочного материала микроклональные растения необходимо накапливать к началу полевого сезона для создания лесных культур в весенние месяцы, то есть общая посадка растений производится одновременно и в больших объемах, при этом их физиологическое состояние и размеры должны быть сходными между собой.

Адаптация растений является конечной стадией микроклонального размножения. Этот период (*ex vitro*) представляет собой время, за которое регенеранты, выращенные *in vitro*, должны физиологически перестроиться для роста в естественных условиях. За время приспособления у микрорастений происходит смена типа питания с миксотрофного (вследствие наличия углеводов в питательных средах) на характерный для большинства растительных организмов автотрофный, повышается интенсивность фотосинтеза, нормализуется водный обмен. Глубокие физиологические изменения в организме растения могут приводить к его гибели при



Рис. 3. Условия произрастания лесных культур



Рис. 4. Доращивание микроклонально размноженных саженцев в условиях закрытого грунта

неподходящих режимах выращивания, что снижает эффективность всего процесса микроклонального размножения.

При работе с лесными древесными видами адаптация к почвенным условиям имеет свои особенности. В то время как для микроклональных растений плодовых культур в полевых условиях выполняются агротехнические работы (подготовка почвы, внесение удобрений, обработка пестицидами и др.), в лесном хозяйстве все названное сведено к минимуму. Лесные культуры из саженцев создаются чаще всего на бедных подзолистых почвах без применения удобрений, уход за лесопосадками сводится в основном к их дополнению при низком уровне сохранности и удалению нежелательной растительности (рис. 3). Таким образом, задача адаптации состоит в том, чтобы подготовить саженцы к экстремальным после *in vitro* условиям путем получения растений с хорошо развитыми подземной и надземной частями.

Получение качественного посадочного материала лесных древесных видов требует их доращивания в условиях открытого или закрытого грунта в лесных питомниках (рис. 4), поскольку лесные культуры, созданные непосредственно из лабораторно выращенных саженцев, не прошедших определенного закалывания, имеют низкую степень сохранности.

Отличия лесной и сельскохозяйственной биотехнологии (такие как длительное культивирование, использование эксплантов старовозрастных деревьев и др.) требуют особого внимания к эффективным методам контроля и оценки состояния культур *in vitro*. К основным критериям анализа микроклональных растений, кроме

оценки однотипности культивируемого клона, относится фитопатологический мониторинг. Прежде всего это связано с потенциальной угрозой потери коллекции хозяйственно ценных генотипов, исходные деревья которых могут уже не сохраниться в естественных условиях. Принимая во внимание тот факт, что плюсовые и элитные деревья являются, как правило, старовозрастными и получить для них асептические культуры затруднительно, микроклональные растения данных деревьев представляют собой особую биологическую и селекционную ценность. Проведение их фитопатологического анализа целесообразно как при создании первичных асептических культур (оценка эффективности стерилизации эксплантов), так и на следующих стадиях для диагностики инфекции в маточной и рабочей коллекциях (с целью предотвращения заражения фитопатогенами в ходе субкультивирования). Особое значение для культур *in vitro* имеет диагностика трудно культивируемых, некультивируемых и персистирующих форм

микроорганизмов, включая эндофитные грибы и бактерии. Они могут долгое время существовать в латентном состоянии и распространяться с размножаемым материалом, и в дальнейшем активизировать свои патогенетические свойства, что приведет к развитию инфекции и гибели коллекции.

Наиболее эффективным способом оценки и степени однотипности клона и уровня заражения фитопатогенами, является использование молекулярно-генетических технологий. Их преимущества связаны с возможностью проведения анализа вне зависимости от типа и возраста ткани, высокой сохранностью образцов ДНК в течение длительного времени, отсутствием ограничений в числе генетических маркеров, высокой чувствительностью и воспроизводимостью методов, быстротой выполнения анализов и относительной дешевизной. Кроме того, использование автоматизированных и роботизированных процессов снижает влияние человеческого фактора и субъективизма в интерпретации результатов исследований. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Концевая И. И., Падутов В. Е., Шестибратов К. А. Перспективы использования биотехнологии в лесном хозяйстве // Лесное и охотничье хозяйство. 2007. №7. С. 26–28.
2. Jones O. P., Welander M., Waller B. J. et al. Micropropagation of adult birch trees: production and field performance // Tree Physiology. 1996. Vol. 16. P. 521–525.
3. Frampton L. J., Amerson H. V., Leach G. N. Tissue culture method affects ex vitro growth and development of loblolly pine // New Forests. 1998. Vol. 16. P. 125–138.
4. Cell and Tissue culture in forestry / ed. by Bonga J. M., Durzan D. J. — Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 1987. Vol. 3.
5. Han K. H., Shin D. I., Keathley D. E. Tissue culture responses of explants taken from branch sources with different degrees of juvenility in mature black locust (*Robinia pseudoacacia*) trees // Tree Physiology. 1997. Vol. 17. P. 671–675.
6. Panis B., Lambardi M. Status of cryopreservation technologies in plants (crops and forest trees) // The role of biotechnology. — Villa Gualino, Turin, Italy 5–7 March, 2005. — Mode of access: <http://www.fao.org/biotech/docs/panis.pdf>. — Data of access: 15.07.2010.
7. Aderkas P. von, Bonga J. M. Influencing micropropagation and somatic embryogenesis in mature trees by manipulation of phase change, stress and culture environment // Tree Physiol. 2000. Vol. 20. P. 921–928.
8. Thorpe T. A., Harry I. S., Kumar P. P. Application of micro-propagation to forestry // Micropropagation, Technology and Application / ed. by Deberg P. C., Zimmerman R. H. — Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1991. P. 311–336.
9. Boulay M. *In vitro* propagation of tree species // Plant Tissue and Cell Culture / ed. by Green C. E., Somers D. A., Hackett W. P. et al. — New York, 1987. P. 367–382.
10. Sharp W. R., Sondahl M. R., Caldas L. S. et al. The physiology of *in vitro* asexual embryogenesis // Horticultural Reviews, vol. 2/ edited by Janick J. — AVI Publishing Co., Westport, CT, 1980. P. 268–310.
11. Gupta P. K., Timmis R., Mascarenhas A. F. Field performance of micropropagated forestry species // In Vitro Cell Dev. Biol. 1991. Vol. 27. P. 159–164.
12. Webster F. B., Roberts D. R., McInnis S. M. et al. Propagation of interior spruce by somatic embryogenesis // Canadian Journal of Forest Research. 1990. Vol. 20. P. 1759–1765.

Биотехнологический комплекс для ускоренного разведения ценных видов растений



Владимир Титок,

директор Центрального ботанического сада НАН Беларуси, член-корреспондент



Владимир Решетников,

заведующий отделом биохимии и биотехнологии растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, академик

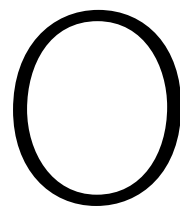


Александр Веевник,

заведующий научно-производственным отделом «Биотехнологический комплекс» Центрального ботанического сада НАН Беларуси, кандидат биологических наук

Аннотация. *Вегетативное размножение – традиционный метод тиражирования плодовых и декоративных растений для получения генотипически сходного с материнским посадочного материала. Показаны преимущества клонального микроразмножения растений в культуре in vitro для массового получения ценных плодовых и декоративных растений на примере биотехнологического комплекса Центрального ботанического сада НАН Беларуси.*

Ключевые слова: черенкование, клональное микроразмножение, биотехнология растений, биотехнологический комплекс.



Одним из видов деятельности Центрального ботанического сада НАН Беларуси является реализация излишков растений, возникающих в результате естественного размножения и поддержания фондов, проведения опытов и разработок технологий получения посадочного материала. Важную роль в этом процессе играет семенное и вегетативное размножение черенкованием ценных ягодных и цветочно-декоративных растений. Ранее считалось,

что возможности черенкования безграничны и небольшие усилия позволят вырастить множество полезных, ценных растений. Однако существуют ограничения экономической эффективности этой технологии. Прежде всего, это невысокий коэффициент размножения, носящий сезонный характер, в связи с чем для получения массового количества однотипных саженцев необходимо наличие больших массивов маточных культур.

Вывод очевиден: необходимо применять методы, имеющие коэффициенты размножения,



Рис. 1. Лабораторный корпус биотехкомплекса и показательный участок голубики из входящих в Государственный реестр сортов



Рис. 2. Теплица для адаптации растений к условиям внешней среды

во много раз превосходящие традиционные и в то же время не зависящие от сезона развития растений. Такую возможность дает биотехнология, бурно развивающаяся с 80-х гг. XX в., которая и предложила клональное микро-размножение растений в культуре *in vitro*. Для этого способа характерны следующие показатели:

- высокий коэффициент размножения (для травянистых растений 10^5 – 10^6 , для деревянистых лиственных – 10^4 – 10^5 , для деревянистых хвойных – 10^4);
- возможность проведения работ в течение всего года;
- экономия площадей, занятых растительным материалом;
- освобождение от грибной и бактериальной инфекции при введении эксплантов в культуру *in vitro*, снижение вирусной инфекции при использовании апикальных меристем малых размеров;
- тиражирование растений, не поддающихся вегетативному размножению традиционными способами;
- возможность автоматизации процессов выращивания;
- получение генетически однородного посадочного материала.

При клональном микро-размножении растений действует 4 основных принципа, которыми

руководствуются и в ЦБС, – активация развития уже существующих в растении меристем (верхушка (апекс) стебля, пазушные и спящие почки); индукция соматического эмбриогенеза, адвентивных почек в каллусной ткани и непосредственно на тканях экспланта [3, 4].

Для практического использования разработок по поручению Совета Министров от 25.10.2010 г. №06/102/514 создан биотехнологический комплекс по микроклональному размножению голубики высокой, включающий 4 объекта, которые образуют единую технологическую цепь, обеспечивающую производство оздоровленного сертифицированного посадочного материала данной культуры, а также других растений. Это лабораторный корпус по микроклонированию растений в стерильных условиях и сертификации посадочного материала; теплица площадью 1228 м² для адаптации и подращивания микросаженцев в мультиплатах; питомник микроклональных растений в составе маточника оздоровленных растений и школьного отделения площадью 2 га на территории ЦБС в Минске; питомник доращивания саженцев до стандартных размеров на территории отраслевой лаборатории нетрадиционных

ягодных растений ЦБС в Ганцевичском районе площадью 2,8 га (рис. 1, 2).

Завершение строительных и организационных работ по возведению биотехнологического комплекса позволит в ближайшие 2 года выйти на его проектную мощность: более 1 млн саженцев разных видов хозяйственно ценных растений в год. Одновременно появится возможность обеспечить внутренние потребности страны районированными сортами голубики высокорослой. Планируется массовое производство сортовой сирени (8 сортов), различных видов рододендронов (6), других сортовых красивоцветущих кустарников и травянистых многолетников (розы, чубушники, пионы, ирисы и др.). Наиболее привлекательные по окраске листьев и хвои, форме кроны листопадные и хвойные деревья и кустарники (находки специалистов Ботанического сада из природной флоры страны), пригодные для массового размножения, использования в зеленом строительстве и поставок на экспорт, станут активно размножаться в биотехнологическом комплексе ЦБС. Особое внимание будет уделено ценным лекарственным растениям, находящимся на грани исчезновения в природной флоре Беларуси, но присутствующим в живых коллекциях сада. Такие виды, как горичвет весенний (*Adonis vernalis* L.), рододендрон желтый (*Rhododendron luteum* Sweet.), могут быть распространены для создания промышленных плантаций без вреда для природной флоры. На очереди введение в культуру *in vitro* ценных плодовых лиан – сортовых актинидий (коломикта, аргута, джиральди, полигама) и зимостойких гибридных

универсальных сортов винограда североамериканской селекции, пригодных для виноделия.

Биотехнологический комплекс позволит быстро внедрять в промышленное производство методики и растения, введенные в культуру *in vitro* профильным отделом биохимии и биотехнологии растений ЦБС, а также осуществлять научное сопровождение новых разработок. Строгое документирование и сертификация образцов является неотъемлемым этапом их корректного сохранения.

Развитие молекулярных методов исследования и создание на их основе усовершенствованных тест-систем позволяет анализировать полиморфизм на уровне генетического материала клетки (полиморфизм ДНК). Исходя из поставленных задач, в каждом конкретном случае осуществляется подбор или разработка оптимального метода маркирования, наиболее подходящего для их решения. Преимущество группы ДНК-методов в непосредственном анализе структуры, возможности тестирования в любых вегетативных тканях и на любых стадиях развития.

Голубика высокая (*Vaccinium corymbosum* L.) – коммерчески важная культура как ценное пищевое и лекарственное растение, которое успешно возделывается в странах Северной и Южной Америки, Европы. Существует около двухсот ее сортов, в основном зарубежной селекции (рис. 3). В коллекции ЦБС поддерживается более 50 сортов голубики, в том числе 12 сортов – *in vitro* (рис. 4).

В связи с возникновением нового направления – промышленного голубиководства, а также высокой востребованностью и эффективностью фармакологических



Рис. 3. Ягоды голубики сорта Блюэтта



Рис. 4. Мини-саженцы голубики в питомнике ЦБС

субстанций из растительного сырья данной культуры стоит задача сертификации коллекционного и посадочного материала, коллекций *in vitro* на основе современных молекулярно-биологических и генетических способов, разработки методологии проведения анализа и его стандартизации. Создание генетического паспорта сорта является стратегической необходимостью при оценке качества растительного материала: подтверждения сортности, стабильности генотипа при клональном микроразмножении и др. [5].

Полученные данные по ДНК-типированию образцов хозяйственно ценных коллекций включены в отдельный раздел «Биохимические паспорта» информационно-поисковой системы

Hortus Botanicus Centralis – Info. Они служат источником данных для сайтов «Ботанические коллекции Беларуси» (<http://hbc.bas-net.by/bcb>) и разделов портала Совета ботанических садов России, Беларуси и Казахстана (<http://hortusbotanicus.ru>), что дает основу для расширения взаимодействия.

С выходом биотехнологического комплекса на проектную мощность производства саженцев (2021–2022 гг.) ЦБС планирует не только предлагать конечный продукт на рынке, но и сотрудничать с корпоративными заказчиками, таким образом перейдя на плановую, устойчивую работу по размножению и реализации востребованных растений. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вайс Джексон П. Анализ коллекций и научно-технической базы ботанических садов // Информационный бюллетень СБСР и ОМСБСОР. 2001. Вып. 12. С. 59–65.
2. Royal Botanic Gardens, Kew // Ann. Rep. Accounts for the year ended. 31 March. 2015. P. 32–43.
3. Катаева Н. В., Бутенко Р. Г. Клональное микроразмножение растений. – М., 1983.
4. Бутенко Р. Г. Биология культивируемых клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. – М., 1999.
5. Решетников В. Н., Спиридович Е. В., Носов А. М. Биотехнология растений и перспективы ее развития // Физиология растений и генетика. 2014. Т. 46, №1. С. 3–18.

SEE http://innosfera.by/2019/06/biotechnological_complex

СИРЕНЬ

Сирень – одно из самых популярных декоративных древесных растений. Наиболее репрезентативные коллекции этой культуры сосредоточены преимущественно в ботанических садах и интродукционных центрах, где, как правило, представлены малым числом экземпляров. Род сирень (*Syringa* L.) относится к семейству Маслиновые (*Oleaceae* Lindl). Карл Линней в 1753 г. описал два ее вида – *S. vulgaris* L. и *S. persica* L. Однако до XIX в. не было известно их происхождение. По разным источникам, *Syringa* L. насчитывает от 22 до 40 видов. В течение последних десятков лет систематика рода неоднократно изменялась. Применяя новый молекулярно-генетический подход, удалось придать ей естественность и простоту. Ныне род включает

таксоны в ранге 6 секций, имеющие разные центры происхождения: *Syringa*, *Pinnatifoliae*, *Ligustrae*, *Ligustrina*, *Pubescentes*, *Villosae* [2]. Большинство видов – из Восточной Азии. Более 20 произрастают на территории Китая, из них 18 – эндемики, распространенные в западной гористой части страны, провинциях Сычуань, Юньнань и других регионах Северо-Западного Китая. Два вида, *S. vulgaris* и *S. josikaea*, родом из Юго-Восточной Европы (Балкано-Карпатский район), еще два – из Гималайского региона естественного произрастания [3]. Многие из них имеют высокую декоративность и применяются в озеленении, однако известны

Аннотация. Для сохранения имеющегося генофонда сортов и видов сирени в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси, их целевого омоложения и реализации биохимического потенциала создана коллекция растений *in vitro* рода *Syringa*, которая постоянно пополняется ценными и перспективными для нашей страны генотипами растений. Разработана технология получения микроклонов сирени в культуре *in vitro*, их укоренения и адаптации *ex vitro* на органо-минеральных биогрунтах, что позволяет получать здоровый посадочный материал.

Ключевые слова: сирень (*Syringa* L.), коллекция *in vitro*, клональное микроразмножение.

Для цитирования: Спиридович Е., Брель Н., Зубарев А., Гончарова Л., Решетников В. Сирень из пробирки // Наука и инновации. 2019. №6. С. 32–37. // <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-6-32-37>



ИЗ ПРОБИРКИ

и своими лекарственными свойствами [4].

Коллекция сирени Центрального ботанического сада НАН Беларуси – его ровесница, основана в 1932 г., включает 286 таксонов и по видовому, гибридно-му, сортовому разнообразию находится на уровне последних достижений интродукции и селекции. Уже более полувека в ЦБС цветет сирень отечественной селекции. Автором большинства видов является В. Ф. Бибилова. В 1959 г. она провела работу по направленной межсортовой гибридизации сирени обыкновенной. Из первоначально отобранных сортов 4 практически сразу же были очень высоко оценены специалистами и уже в 1967 г. получили высший балл на ВДНХ СССР. Это сорта «Партизанка» (простая, лиловатая с голубым глазком), «Минчанка» (простая, фиолетовая), «Павлинка» (махровая, пурпурная)

Елена Спиридович,
заведующая лабораторией прикладной биохимии
Центрального ботанического сада НАН Беларуси,
кандидат биологических наук, доцент

Наталья Брель,
научный сотрудник лаборатории клеточной
биотехнологии Центрального ботанического
сада НАН Беларуси

Андрей Зубарев,
научный сотрудник лаборатории прикладной
биохимии Центрального ботанического сада
НАН Беларуси

Людмила Гончарова,
заместитель директора Центрального
ботанического сада НАН Беларуси по научной
и инновационной работе, кандидат
биологических наук, доцент

Владимир Решетников,
заведующий отделом биохимии и биотехнологии
растений Центрального ботанического сада
НАН Беларуси, академик

и «Лебедушка» (простая, белая). Довольно скоро в Реестре Королевских ботанических садов (Гамильтон, Канада) оказались 3 из них как исключительно оригинальные мировые фавориты (рис. 1) [5]. Селекционную работу в саду продолжает Н. В. Македонская: сорт «Минская красавица» выведен в 2013 г., отличается очень обильным цветением в средне-ранние сроки, неприхотлив. В 2018 г. в качестве кандидата в сорта для выращивания



Syringa vulgaris «Лебедушка»



Syringa vulgaris «Павлинка»



Syringa vulgaris «Партизанка»

Рис. 1. Первые сорта белорусской селекции сирени Смольского и Бибиковой (фото И. Семенова)

в условиях Беларуси подготовлены еще 2 образца – «Синеглазка» и «Белоснежка» (рис. 2). Уникальность сортовой коллекции – это исторические и классические сорта зарубежной селекции (Франция, Германия, Голландия), а также сорта стран СНГ, среди которых 27 – известного российского селекционера Л. А. Колесникова [6]. Кроме сирени обыкновенной для декоративных целей используются *S. chinensis*, *S. meyeri*, *S. pekinensis*. В коллекции ЦБС представлено 15 видов рода *Syringa* L. [7].

Большая популярность, наличие высокодекоративных сортов собственной и зарубежной селекции ставит задачу активного размножения сирени для сохранения и обновления коллекции *ex situ*, создания обменного фонда и использования в озеленении. Эта задача может быть успешно решена с помощью эффективной технологии клонального микро-размножения, а также создания

банка ценных генотипов *in vitro*. Выбор оптимальной модели должен быть основан на детальном изучении особенностей морфогенеза различных видов и сортов сирени *in vitro*.

Начиная с 1997 г., в отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси проводится работа по инициации и размножению в асептических условиях культуры побегов уникальных сортов сирени обыкновенной. Установлено, что у эксплантов *in vitro* происходит реализация органо-генного потенциала первичных меристем пазушных почек. Побеги развиваются посредством прямого органогенеза, минуя стадию каллусообразования. При культивировании эксплантов сирени на разных питательных средах (Gamborg medium (B5), Woody plant medium (WPM), Synthetic Complete Media (SC), Murashige & Skoog (MS) и их модификациях) показано, что клонирование



Syringa vulgaris «Минчанка»

всех исследуемых сортов наиболее эффективно происходит на среде MS с повышенным содержанием макроэлементов. Для размножения сирени наиболее важной группой регуляторов роста являются цитокинины [7, 8]. Было проанализировано действие трех из них – кинетина, бензиламинопурина

(6-БАП), №6-(2-изопентил) аденина (2иП). Оказалось, только 6-БАП и 2иП эффективно влияют на развитие побегов на этапе размножения (таблица). Проведенные исследования позволили выявить зависимость морфогенетической реакции на экзогенный цитокинин от генотипа экспланта, которая выражалась в специфической потребности сортов либо в 6-БАП, либо в 2иП, что согласуется с результатами работ по культивированию сирени *in vitro* других ученых и совместно проводимых работ [9–13].

Большое значение для успешного размножения растений таким способом имеют физические факторы культивирования (рис. 3), такие как температура и освещение. Показано, что оптимальная температура – 25 ± 1 °С, а интенсивность освещения – $4-6 \text{ Wm}^{-2}$. При температуре выше 27 °С зафиксировано значительное увеличение количества аномальных побегов, при температуре ниже 22 °С – замедление роста побегов. На габитус формирующихся растений заметно влияли условия освещения. Для большинства изучаемых сортов его низкая интенсивность способствовала образованию слабых побегов и развитию аномалий (хлороза и скрученности листьев, витрификации и др.).

Для выбора оптимальной модели культивирования *in vitro* и особенностей клонального микроразмножения растений других таксономических групп рода *Syringa* изучались биологические особенности каждого таксона и использовалась разработанная технология для *Syringa vulgaris* L. [8, 14]. Исследование биологических особенностей видов растений в природных условиях (сроки вегетации, строение почки, особенности роста

Сорт	Тип цитокинина	Концентрация цитокинина, мг/л	Коэффициент размножения, шт.	Длина побегов, мм
Флора	6-БАП	3	5,1±0,2	66,4±0,6
		5	5,7±0,2	55,2±9,4
	2иП	1	5,5±0,2	61,5±4,1
		5	6,5±0,9	56,6±4,1
Красавица Москвы	6-БАП	3	6,5±0,1	47,9±5,5
		1	6,0±0,2	75,1±1,7
	2иП	5	6,8±0,6	27,3±1,9
		1	4,6±0,1	22,2±3,8
Нестерка	6-БАП	3	5,3±0,4	60,6±1,8
		1	5,0±0,3	36,0±3,4
	2иП	5	6,3±0,3	55,9±1,9
		1	4,3±0,5	52,6±4,3
Лунный Свет	6-БАП	3	5,1±0,2	54,8±2,3
		5	5,9±0,5	66,9±5,9
	2иП	1	5,2±0,3	60,8±3,1
		5	5,3±0,3	61,1±4,6

Таблица. Влияние различных типов и концентраций цитокининов на эффективность размножения сирени обыкновенной

и др.) служит основой для разработки биотехнологических приемов сохранения, дальнейшего устойчивого воспроизводства и использования [15]. Для выявления наиболее перспективных видов сирени для введения в культуру *in vitro* был проведен биохимический скрининг коллекционных фондов данного рода на содержание биологически активных соединений в коре. В ходе работы выявлена группа таксонов рода *Syringa* L. с высоким содержанием сирингина

в коре [16] и наибольшим уровнем комплексной продуктивности. Полученные данные позволяют выделить из общей коллекции образцов видовых сиреней группу наиболее перспективных для плантационного выращивания и биотехнологических исследований с целью получения клеточных культур – продуцентов фенолпропаноидов *in vitro*. Для этого из коллекции ЦБС отобраны образцы №5 (*Syringa reflexa* C. K. Schneid), №8 (*Syringa villosa* Vahl, 1950 г.), №28 (*Syringa*



Syringa vulgaris «Синеглазка»



Syringa vulgaris «Белоснежка»

Рис. 2. Сорта сирени обыкновенной, 2018 г.

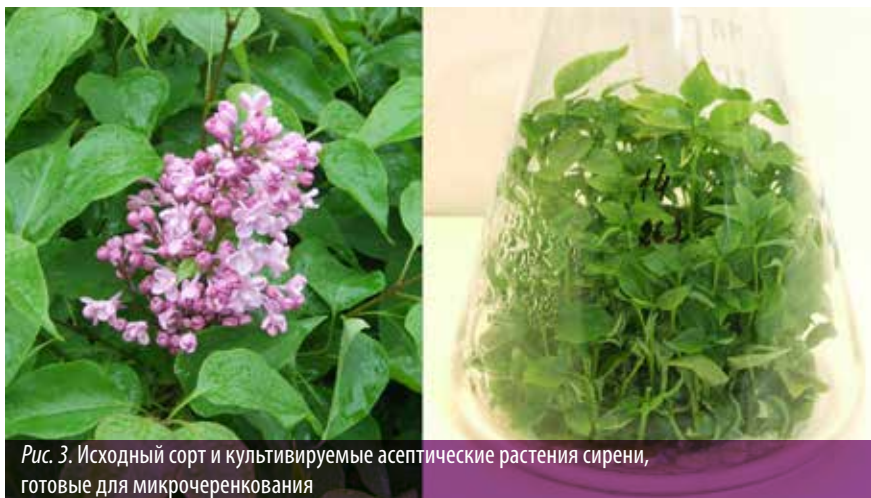


Рис. 3. Исходный сорт и культивируемые асептические растения сирени, готовые для микрочеренкования

josikaea J. Jacq. ex Rchb.f., 1986 г.), №31 (*Syringa josikaea* J. Jacq. ex Rchb.f., 1948 г.).

В качестве первичных эксплантов использовали молодые побеги с пазушными почками, полученные выгонкой в лабораторных условиях (срезка веток с материнских растений коллекции проводилась в период с января по март). В качестве стерилизующих агентов применялись хозяйственное мыло, 0,4%-ный раствор фунгицида «Ридомил Голд» (экспозиция 7 мин), 0,06%-ный раствор «Хлороцида» (ЗАО «БелАсептика») (экспозиция 30 мин). Для введения в культуру брали модифицированную питательную среду MS с полуторным содержанием макросолей, добавлением 1 мг/л

2-ип; источник углерода – сахара роза (20 г/л), уплотнитель – агар (Sigma) (7 г/л). Экспланты культивировали при стандартных условиях выращивания *in vitro*: температура 24 ± 1 °C, 16/8-часовой фотопериод, интенсивность освещения – 3–4 клк. В процессе работы на данном этапе наблюдалась выраженная видоспецифичность изучаемых таксонов сирени. Биотехнологический метод обеспечивает устойчивое воспроизводство и генетическую идентичность исходным формам. Наилучшие показатели морфогенетического потенциала показали виды *S. villosa* Vahl. (сирень волосистая) и *S. vulgaris* L. (сирень обыкновенная), самый низкий – *S. reticulata* subsp. *pekinensis* (Rupr.)



Рис. 4. Этап адаптации растений сирени



P. S. Green & M. C. Chang (сирень пекинская). Растения, относящиеся к разным таксонам, отличаются уровнем тотипотентности клеток и регенерационным потенциалом, что обуславливает необходимость дифференцированного подхода к дальнейшей разработке методик сохранения и размножения изучаемых видов в культуре ткани *in vitro*.

Процесс адаптации сирени к нестерильным условиям – не только очень важный технологический этап, но и оценка качества всей предлагаемой технологии. Разработаны условия укоренения побегов *in vitro* и *ex vitro*, а также их адаптации в условиях оранжереи (рис. 4). Установлено, что на данный процесс в асептических условиях положительно влияло как снижение концентрации минеральных солей, так и введение в питательную среду ауксинов. Оптимальной для укоренения всех исследуемых сортов является среда MS с уменьшенной в 2 раза концентрацией макросолей и микроэлементов, содержащая 0,1 мг/л НУК. Укорененные растения высаживали в адаптационный субстрат – почвогрунты на основе природных высокодисперсных материалов и верхового торфа, насыщенные оптимальной дозой макро- и микроэлементов, содержащие микроорганизмы с ростостимулирующей активностью. Такой состав обеспечивает высокую приживаемость клонов в условиях *ex vitro* и получение стандартного посадочного материала. Работа проводилась совместно с Институтом экспериментальной ботаники и микробиологии НАН Беларуси. Результатом стали разработанные технологический регламент

ТР ВУ100233786.012–2014 на методику получения микроклонов сирени (*Syringa* L.) в культуре *in vitro*, ее укоренения и адаптации *ex vitro* и технические условия ТУ ВУ 100233786.040–2015 «Микросаженцы и саженцы сирени сортовые».

Метод клонального микроразмножения использовался для реализации международного проекта «Сирень Победы», суть которого – закладка аллей и экспозиций из сортов, созданных и названных в честь героев Великой Отечественной войны и мест великих сражений, в городах-героях России и Беларуси. Работа по проекту стартовала еще в 2011 г. Советом ботанических садов России и Беларуси как инициатором проекта было начато производство посадочного материала – саженцев сортовой сирени, планируемых к высадке в апреле – мае 2015 г. Участники – биотехнологические подразделения Центрального ботанического сада РАН Беларуси, Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН, Волгоградского регионального ботанического сада, Никитского ботанического сада. Из их коллекций были отобраны лучшие сорта сирени, которые являются национальным достоянием и высоко ценятся селекционерами всего мира.

Коллекция белорусских сортов, как и коллекция Леонида Колесникова, – уникальная линия эволюции сирени. Для ускоренного производства саженцев применялись клеточные биотехнологии, позволяющие получать материал, идентичный исходному генотипу. Был произведен обмен растениями-регенерантами, которые в дальнейшем, для увеличения количества и качества посадочного материала, были

размножены микрочеренкованием побега, сохраняющего апикальное доминирование. В 2016 г. группа белорусских ученых (Решетников В. Н., Титок В. В., Спиридович Е. В.) была удостоена Межгосударственной награды «Звезды содружества» за реализацию данного проекта. В настоящее время посадки сирени продолжают, проект расширяет свои границы. В 2016–2019 гг. на территории нашей страны закладки экспозиций «Сирень Победы» были продолжены в городах и селах с героическим военным прошлым.

Коллекция ЦБС рода *Syringa* представлена 67 сортами *S. vulgaris* L., среди которых известные и популярные сорта французской, российской, белорусской, латвийской, казахской селекции. На стадии получения стерильной культуры перспективные лекарственные виды, несколько сортов Л. А. Колесникова и новинки селекции. Цель работ в данном направлении – введение всех сортов собственной селекции ЦБС в культуру *in vitro* как ценнейших объектов генетического разнообразия и национального наследия. ■

■ **Summary.** To preserve the existing unique gene pool of varietal and species lilacs in the Central Botanical Garden NAS of Belarus, their targeted rejuvenation and the realization of the biochemical potential, a biotechnological approach has been proposed. *In vitro* collection of the *Syringa* genus was created, which is constantly replenished with valuable and new for Belarus plant genotypes. A technology for producing *in vitro* tissue culture, lilac microclones, their rooting and *ex vitro* adaptation to organo-mineral bio substrates, which makes it possible to produce healthy planting material.

■ **Keywords:** lilac (*Syringa* L.), *in vitro* collection, clonal micropropagation.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-6-32-37>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Центральный ботанический сад НАН Беларуси: результаты и перспективы / В. Н. Решетников [и др.] // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. 2003. №4. С. 5–8.
2. Phylogenetics and Diversification of *Syringa* Inferred from Nuclear and Plastid DNA Sequences / J. Li [et al.] // *Castanea*. 2012. Vol. 77, N1. P. 82–88.
3. Kim K. J. A chloroplast DNA phylogeny of lilacs (*Syringa*, Oleaceae): plastome groups show a strong correlation with crossing groups / K. J. Kim, R. K. Jansen // *Am. J. Bot.* 1998. Т. 85, N9. С. 1338–1351.
4. Phytochemical and pharmacological progress on the genus *Syringa* / G. Su [et al.] // *Chemistry Central Journal*. 2015. Vol. 9, N1. P. 2.
5. Бибикова В. Ф. Культура сирени в Белоруссии. – Минск, 1967.
6. Научное и практическое значение коллекции сирени/ Н. В. Македонская // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (г. Минск, 6–8 июня 2017 г.): в 2 ч. / Национальная академия наук Беларуси, Центральный ботанический сад; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2017. Ч. 1. С. 428–430.
7. Ботанические коллекции: документирование и биотехнологические аспекты использования / Е. В. Спиридович. – Минск, 2015.
8. Попович Е. А. Значение типа цитокинина в микроразмножении сирени обыкновенной / Е. А. Попович, О. В. Тройнина, В. Л. Филиппеня // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: тез. докладов, 26–28 июня 2001 г. – М., 2001. С. 186–187.
9. Калинин Ф. Л. Технология микроклонального размножения растений / Ф. Л. Калинин, Г. П. Кушнер, В. В. Сарнацкая. – К., 1992.
10. Генетические коллекции: проблемы формирования, сохранения и использования / С. Ф. Коваль // Цитология и генетика. 2003. Т. 37, №4. С. 46–53.
11. Pierik R. L. M. Vegetative propagation of *Syringa vulgaris* L. *in vitro* / R. L. M. Pierik, H. H. M. Steegmans, A. A. Erias, O. T. J. Stiekema, A. J. van der Velde // *Propagation of Ornamentals*. Acta Horticulture. 1988.
12. Молканова О. И., Зинина Ю. М., Македонская Н. В., Брель Н. Г., Фоменко Т. И., Спиридович Е. В. // Физиол. и биохим. культур растений. 2010. Т. 42, №2. С. 117–124.
13. Pierik R. L. M. Commercial aspects of micropropagation. – Netherlands, 1991.
14. Popowich E. A., Brel N. G. Growth and micropropagation of lilac and rose aseptic cultures for prolongation cultivation studing // 9-th Conference of Horticulture. Vol. 3. Lednice, 2001. Czech Republic. P. 665–668.
15. Решетников В. Н. Биотехнология растений и перспективы ее развития/ В. Н. Решетников, Е. В. Спиридович, А. М. Носов // Физиология растений и генетика. 2014. Т. 46, №1. С. 3–18.
16. Спиридович Е. В. Селекционная оценка содержания сирингина у представителей рода сирень (*Syringa* L.) в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / Е. В. Спиридович, П. С. Шабуня, А. В. Башилов и [и др.]. // Доклады НАН Беларуси. 2017. Т. 61, №6. С. 80–88.

Статья поступила в редакцию 14.05.2019 г.

SEE http://innosfera.by/2019/06/lilac_tube

БЕНЧ-МАРКИНГ



Нина Богдан,
профессор кафедры национальной экономики и государственного управления Белорусского государственного экономического университета, доктор экономических наук, профессор



Александр Ваниславский,
студент 4-го курса факультета финансов и банковского дела Белорусского государственного экономического университета

Фото: Дарья Пронько

Системная природа инноваций (они могут формироваться во всех секторах экономики и решать самые разнообразные задачи), сложность и нелинейность их реакции на различные вмешательства, внешние и внутренние факторы требуют междисциплинарных подходов при изучении взаимозависимостей между участниками инновационного процесса, учета неопределенности результатов, особенностей пути развития и эволюции. В силу указанных особенностей инновационная политика постоянно меняется.

Для анализа инновационной деятельности с конца XX в. активно используется бенчмаркинг – тестирование результатов работы по отношению к общепризнанному оптимальному стандарту. Д. Кернс определяет

этот инструмент как «постоянный процесс количественной оценки продуктов, услуг или процессов в сравнении с показателями, достигнутыми конкурентами, считающимися лидерами в данном секторе» [цит. по 1].

Динамика науки, технологий, внедрения новшеств меняет статистику, показатели, способы формирования и использования данных, а также оказывает влияние на эмпирический анализ структуры науки и инноваций. В мировой практике, несмотря на критику, распространилось применение комплексных индикаторов оценки. К ним относятся Глобальный инновационный индекс, индекс Европейского инновационного табло, Индекс конкурентоспособности стран и др. Бенчмаркинг и сводные расчеты позволяют государствам сравнивать информацию из разных источников и на основе наглядного примера

КАК ИНСТРУМЕНТ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В ЕВРОПЕЙСКОМ ИННОВАЦИОННОМ ТАБЛО

Аннотация. Представлен анализ позиционирования Республики Беларусь в Европейском инновационном табло, выполненный с помощью бенчмаркинга. Авторские расчеты, произведенные на основе официальных данных, сведены в таблицу, которая позволяет сделать объективные выводы об инновационном развитии страны и ее месте в мировом рейтинге инноваций.

Ключевые слова: бенчмаркинг, Европейское инновационное табло, позиционирование Республики Беларусь, рейтинг, суммарный инновационный индекс.

принимать управленческие решения для совершенствования и конкретизации национальной инновационной политики.

Европейское инновационное табло

Индекс инноваций европейских стран определяется ежегодно в Европейском инновационном табло (European Innovation Scoreboard, EIS) с 2000 г. [2]. Количество индикаторов с тех пор увеличилось с 18 до 27, изменился их состав. Несомненным достоинством показателей EIS является то, что они исключительно

количественные и предполагают использование данных регулярных статистических обследований (Community Innovation Survey, CIS), включая дополнительные, что снижает субъективность оценки. EIS сравнивает результаты в странах Евросоюза и у конкурентов, а также определяет относительно сильные и слабые стороны систем исследований и инноваций. Это помогает отследить области, в которых ЕС необходимо сконцентрировать свои усилия для повышения эффективности инновационной деятельности.

Белорусские ученые проанализировали позиционирование

нашей страны в EIS в 2008 и 2009 гг. и предложили некоторые усовершенствования на национальном уровне. Теперь ежегодный статистический сборник «Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь» содержит раздел «Отдельные показатели Табло Европейского союза по Республике Беларусь» [4]. В течение последних 10 лет у нас рассчитывались только отдельные показатели EIS. Поэтому научный интерес представляет оценка позиционирования Беларуси в контексте индикаторов Европейского инновационного табло 2018 г.

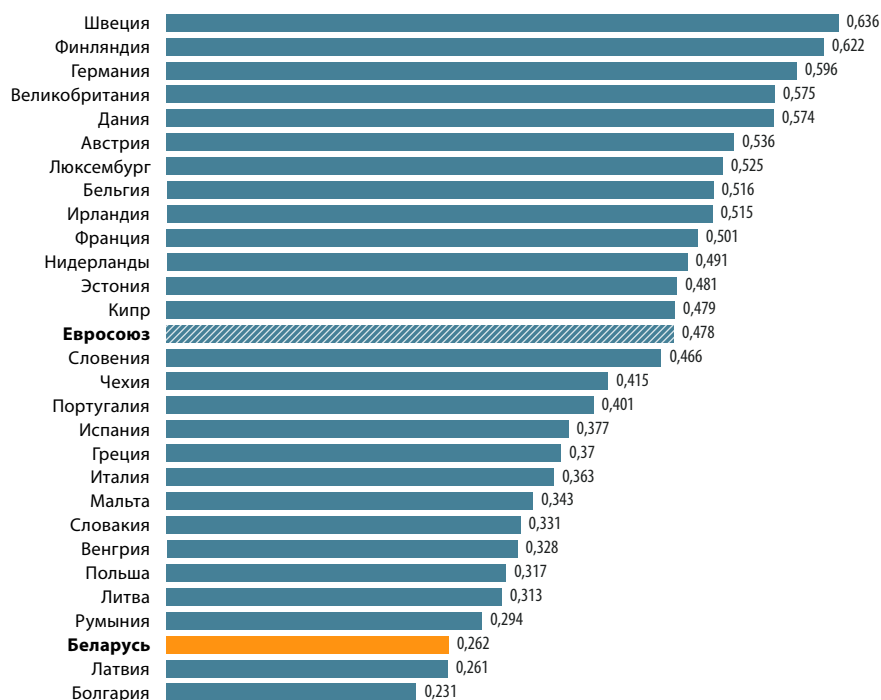


Рис. 1. Позиционирование Беларуси в Европейском инновационном табло 2009 г.

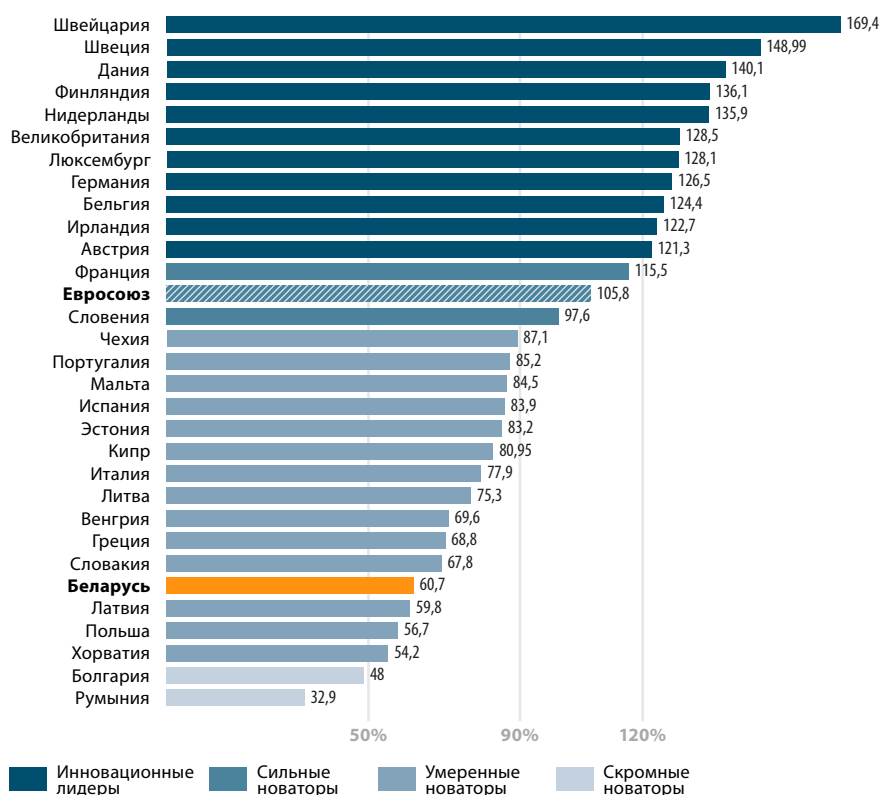


Рис. 2. Беларусь в контексте сводных индикаторов инновационного развития ЕС 2017 г. в сравнении с 2010 г.

Примечания: инновационные лидеры – нормализованные показатели выше 120% от среднего уровня ЕС; сильные новаторы – 90–120%; умеренные – 50–90%; скромные – ниже 50%.

Современные показатели EIS сгруппированы в четыре блока [2]:

- **базовые условия (framework conditions)** – 8 показателей, 3 подблока: «Человеческие ресурсы», «Привлекательность научно-исследовательской системы» и «Инновационная среда». Это основные начальные параметры, без которых невозможно дальнейшее инновационное развитие;
- **инвестиции (investments)** – 5 показателей, 2 подблока: «Финансирование и поддержка» и «Инвестиции фирмы»;
- **инновационная активность (innovation activities)** – 9 показателей, 3 подблока: «Инновационная деятельность», «Взаимосвязи» и «Интеллектуальные активы». Характеризует результаты деятельности компаний;
- **влияние (impacts)**, 5 показателей, 2 подблока: «Влияние занятости» и «Влияние продаж».

Представленные индикаторы позволяют выделить главные направления национальных инновационных процессов, а также в определенной мере учесть такие социально-экономические факторы, как роль государства, рынка, спрос – предложение. Первостепенное значение в методике отводится оценке уровня развития интеллектуальных ресурсов и их трансформации в интеллектуальный капитал, что выражается в приросте инновационных благ.

Позиционирование Беларуси в EIS

Существуют проблемы сопоставимости статистики инноваций международных организаций и белорусских органов государственного управления и статистического

наблюдения. Вместе с тем анализ показал, что 70% показателей Европейского инновационного табло могут быть рассчитаны на основе нашей национальной статистики и международных данных, что позволяет с достаточной достоверностью позиционировать Беларусь в контексте индикаторов EIS.

Бенчмаркинг в странах ЕС выполняется на основе сводного индекса инноваций (СИИ) по Методологическому руководству и предусматривает несколько этапов расчета, в которых данные по странам сопоставляются с нормализованными индикаторами (NS) [5]. Для их расчета сначала из значения показателя в конкретном году для каждой страны вычитается наименьшее по всем странам. Полученный результат делится на разницу между самым высоким и самым низким значениями во всех странах за все годы (для сравнения во времени):

$$NS = x - \min / \max - \min,$$

где x – значение показателя конкретной страны, \min и \max – соответственно минимальное и максимальное значения индикатора по всем странам за временной период.

Таким образом, максимальное пересчитанное значение равно 1, минимальное – 0. Для каждого года СИИ рассчитывается как взвешенное среднее пересчитанных значений для всех индикаторов, где все они получают одинаковый вес (1/27, если данные доступны для всех показателей).

В 2009 г. Беларусь находилась среди так называемых новых стран ЕС, опережая Латвию и Болгарию (рис. 1). По индикатору «Человеческие ресурсы для инноваций» наша страна в 2008–2009 г.

опережала ЕС примерно в два раза, по «Участию в непрерывном образовании» находилась в средних для Европейского союза границах, по «Финансам и государственной поддержке» занимала одно из последних мест, существенно отставая по широкополосному доступу в Интернет. По большинству показателей, отражающих инновационную деятельность фирм и выпуск инновационной продукции, позиции были ниже или приближались к среднеевропейскому уровню. Занятость в средне- и высокотехнологичном производстве – 5–6%, в сфере наукоемких услуг – 3–3,6%, средне- и высокотехнологичный экспорт – 30–32%, экспорт наукоемких услуг – 23–26% [3].

По обновленной методике ЕС в контексте EIS-2018 по данным за 2017 г. нами рассчитан СИИ Беларуси. Он составил 60,7% от среднего для ЕС, что позволило отнести страну к группе умеренных инноваторов (рис. 2).

По средним показателям эффективности, рассчитанным по СИИ, государства – члены ЕС делятся на четыре группы (рис. 2). Так, Дания, Финляндия, Люксембург, Нидерланды, Швеция, Швейцария, Бельгия, Германия, Ирландия, Австралия и Великобритания с показателями значительно выше среднего по ЕС (более 120%) являются инновационными лидерами; Франция и Словения – сильными новаторами (с эффективностью 90–120%), Республика Беларусь входит в число умеренных новаторов (50–90%); Болгария и Румыния – скромные новаторы (ниже 50%).

Наблюдается некоторая положительная динамика позиций Беларуси в европейском контексте инновационного развития:

в своей группе мы опережаем Латвию и Польшу. Однако Эстония, Литва, Чехия существенно выше в европейском рейтинге, хотя за десятилетие и они не стали сильными инноваторами.

Позиции Беларуси и России в сводном инновационном индексе ЕС сопоставимы, наши силы и слабости во многом совпадают. Так, СИИ Российской Федерации в 2017 г. относительно 2010 г. составил 51% от уровня ЕС; относительно 2017 г. – 49% [2]. Примерно одинаковая эффективность инновационной политики в обеих странах позволяет говорить о необходимости более скоординированной инновационной политики в рамках Союзного государства.

СИИ Беларуси объективно

В связи с недостаточной статистической базой оценка Беларуси осуществлена только по 21 индикатору. Согласно методологии Комиссии Европейского союза, этого количества достаточно для расчета СИИ.

Для оценки динамики инновационного развития стран методика бенчмаркинга EIS 2018 предусматривает расчет трех сводных показателей [5]:

- отношение индикатора страны за 2010 г. к его среднему значению в ЕС-28 в 2010 г.;
- отношение индикатора страны за 2017 г. к его среднему значению для ЕС-28 в 2010 г.;
- отношение индикатора страны за 2017 г. к его среднему значению для ЕС-28 в 2017 г.

Наши расчеты выявили положительную динамику в Беларуси: за период 2010–2017 гг. эффективность национальной инновационной системы возросла с 52,520% среднеевропейского

Показатель	Эффективность, относительно ЕС 2010 г.		Беларусь в 2017 г. относительно ЕС в 2017 г.	Изменение за 2010–2017, п.п.
	в 2010 г.	в 2017 г.		
Суммарный инновационный индекс	52,5204	60,676	52,4639	-0,06
Базовые условия (Framework conditions)	75,6	102,0	78,4	2,72
<i>Человеческие ресурсы</i>	145,01	156,58	134,89	-10,12
1.1.1 Новые докторские степени на 1000 человек в возрасте 25–34 лет	15,39	38,46	27,6	12,21
1.1.2 Процент населения в возрасте 25–34 лет с законченным третичным образованием	274,63	274,70	242,17	-32,46
1.1.3 Доля населения в возрасте 25–64 лет, обучающая в течение всей жизни	101,0	86,5	84,7	-16,35
<i>Привлекательность научно-исследовательской системы</i>	25,6	36,6	31,4	5,81
1.2.1 Международные научные совместные публикации на миллион населения	11,3	30,9	19	7,70
1.2.2 Научные публикации среди 10% наиболее всемирно цитируемых, % всех научных публикаций страны	49,9	49,9	49	-0,90
1.2.3 Доля иностранных граждан, обучающихся в аспирантуре и докторантуре, в общей численности обучающихся в аспирантуре и докторантуре, %	15,53	28,98	26,17	10,64
<i>Инновационная среда</i>	87,1	188,9	106,2	19,10
1.3.1 Распространение широкополосного доступа в Интернет	87,1	188,9	106,2	19,10
1.3.2 Предпринимательство, «адаптированное к различным обстоятельствам» (Мотивационный индекс)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д
Инвестиции (Investments)	24,5	48,375	44,225	19,73
<i>Финансирование и поддержка</i>	30,97	6,2	6,4	-24,57
2.1.1. Доля расходов государственного сектора (включая сектор высшего образования) на НИОКР в ВВП, %	30,97	6,2	6,4	-24,57
2.1.2 Доля венчурного капитала, % к ВВП	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д
<i>Инвестиции, осуществляемые предприятиями</i>	23,2	62,4	56,8	33,67
2.2.1 Расходы на НИОКР в бизнес-секторе к ВВП, %	33,6	30,9	27,8	-5,80
2.2.2. Доля расходов на инновации, не связанные с НИОКР, в общем объеме отгруженной продукции (работ, услуг)	12,73	143,1	130,9	118,17
2.2.3. Предприятия, предоставляющие обучение для развития или повышения навыков персонала в области ИКТ	20,7	13,3	11,8	-8,90
Инновационная активность (Innovation activities)	43,9	22,9	21,6	-22,32
<i>Инновационная деятельность</i>	6,6	3,7	4,1	-2,48
3.1.2. Доля МСП, внедряющих маркетинговые или организационные инновации, в общем числе МСП, %	2,2	1,8	2	-0,20
3.1.1. Доля малых и средних предприятий (МСП), внедряющих продуктовые или процессные инновации, в общем числе МСП, %	11	8,7	9,8	-1,20
3.1.3. Доля МСП, осуществляющих внутренние инновации, в общем числе МСП, %	3,9	0,5	0,6	-3,35
<i>Взаимосвязи (Linkages)</i>	2,6	0,46	0,46	-2,14
3.2.1. Доля МСП, участвующих в совместных инновационных проектах, в общем числе обследованных организаций, %	2,6	0,46	0,46	-2,14
3.2.2 Совместные публикации в партнерстве государства и частного бизнеса, на миллион населения	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д
3.2.3 Софинансирование государственных расходов на науку бизнес сектором	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д
<i>Интеллектуальные активы</i>	82,2	49,6	46,2	-36,00
3.3.1 Число заявок на патенты по процедуре Договора о патентной кооперации к млрд ВВП (по ППС)	2,16	3,5	3,6	1,44
3.3.2 Заявки на регистрацию товарного знака к млрд ВВП (по ППС)	215,3	102,9	91,06	-124,24
3.3.3 Число индивидуальных патентных заявок на промышленные образцы в ЕРО на млрд ВВП (по ППС)	29,1	42,4	43,9	14,80
Влияние (Impacts)	59,1	70,7	67,8	8,70
<i>Влияние на занятость</i>	42,6	68,0	61,6	19,00
4.1.1. Доля занятости в наукоемких видах деятельности (производство и услуги) к общей занятости (на конец года), %	42,6	68,0	61,6	19,00
4.1.2. Доля занятости в быстрорастущих предприятиях инновационных отраслей	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д
<i>Влияние продаж</i>	64,6	71,6	69,8	5,27
4.2.1. Доля экспорта средне- и высокотехнологичной продукции в общем объеме экспорта товаров, %	60,4	46,1	44,1	-16,30
4.2.2. Доля экспорта наукоемких услуг в общем объеме экспорта услуг, %	26	39,3	37,4	11,40
4.2.3. Продажа новых для рынка и для фирмы инноваций в общем товарообороте, %	107,3	129,4	128	20,70

Инновационные лидеры
 Сильные новаторы
 Умеренные новаторы
 Скромные новаторы

Таблица. Показатели инновационного развития Беларуси в контексте данных Европейского инновационного табло, % средневропейского уровня

Источник: расчеты авторов с использованием данных EIS, UNESCO, WIPO, Белстата

уровня до 60,676%. В то же время сравнение суммарного индекса Беларуси и ЕС за 2017 г. показывает отсутствие существенных изменений: СИИ – только 52,463% европейского уровня (таблица).

Беларусь по-прежнему в числе лидеров по человеческим ресурсам для инноваций, но снизилось внимание к процессам обучения в течение всей жизни, в том числе в сфере подготовки к цифровой экономике (показатель 2.2.3 Предприятия, предоставляющие обучение для развития или повышения навыков персонала в области ИКТ). Осталась проблема финансирования науки и инноваций за счет средств как бюджета, так и бизнеса, причем наблюдается отрицательная динамика. Так, бюджетные ассигнования составляют 6,4% средневропейского уровня. Значительно, практически до сильных инноваторов, поднялся рейтинг по широкополосному доступу в Интернет. Крайне неудовлетворительные показатели инновационной активности, особенно в малом бизнесе.

Наше исследование демонстрирует, что в целом позиции Беларуси в эффективности инноваций, определяемые индикаторами воздействия на структуру экономической активности через занятость и экспорт, заметно улучшились. И это несмотря на то, что нами скорректированы данные о занятости в наукоемком секторе экономики в соответствии с требованиями методики ЕС.

Так, показатель «Доля занятости в наукоемких видах деятельности (производство и услуги) к общей занятости» в ЕС рассчитывается как отношение численности работающих в данной сфере к общей занятости. (К наукоемким видам деятельности

относятся высокотехнологичные производства, среднетехнологичные производства высокого уровня и наукоемкие услуги в бизнес-секторе [5].) В расчете данного индикатора в Беларуси имеется неточность. Согласно стандартам ЕС, под наукоемкой деятельностью (knowledge-intensive activities) понимается высоко- и средневысокотехнологичное производство, а также услуги наукоемкого бизнес-сектора. А в нашей стране в этот показатель включаются данные по занятости в среднетехнологичном производстве низкого уровня, в образовании и здравоохранении. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, занятость в наукоемких видах деятельности в 2017 г. составила 35,26% [4]. Среднеевропейский уровень – 14,2%. То есть в нашей стране этот индикатор более чем в два раза превышает среднеевропейский, что выглядит сомнительно. Если вычесть из показателя по Беларуси 2017 г. долю занятости в сферах

средневысоких технологий (4,4%), образовании (11,7%) и здравоохранении (8,5%), поскольку последние не относятся к бизнесу, то получится, что занятость в наукоемком отечественном бизнес-секторе составляет 10,36%, что ниже средне-европейского уровня.

В целом положительная динамика показателей инновационного развития Беларуси, подтвержденная представленными расчетами, выполненными исходя их официальных данных, находится в некотором противоречии с оценкой Глобального инновационного индекса, согласно которому эффективность инновационного развития (Innovation efficiency ratio) нашей страны заметно упала: 2012 г. – 66-е место, 2018 г. – 119-е [6]. Этот феномен подтверждает наше мнение о том, что позиционирование государств в инновационном развитии целесообразно выполнять на основе разных индексов и предпочтение в бенчмаркинге отдавать количественным индикаторам. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зиберт Г. Бенчмаркинг. Руководство для практиков / Г. Зиберт, Ш. Кемпф. – М., 2006.
2. European Innovation Scoreboard 2018 / European Commission // https://ec.europa.eu/docsroom/documents/33147_en
3. Измерение инноваций: проблемы сравнительной оценки / Н. И. Богдан, Н. Ч. Бокун, Н. Н. Бондаренко, Н. Э. Пекарская. – Минск, 2011.
4. Наука и инновационная деятельность. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018.
5. European Innovation Scoreboard 2018. Methodology Report // <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/30081>
6. The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva // https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/gii_2018-report-new.pdf

SEE <http://innosfera.by/2019/06/benchmarking>

Анализ планирования государственных закупок в Беларуси и США



Фото Дарьи Протимо

Юлия Ильина,

заведующий отделом материально-технического снабжения Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, магистр экономических наук, аспирант кафедры управления и экономики высшей школы Республиканского института высшей школы; ilina@hmti.ac.by

Аннотация. *Анализируется динамика государственных закупок на стадии планирования в Республике Беларусь. Описаны особенности опыта и законодательства США в этой сфере финансовой деятельности как положительный пример, который можно использовать в отечественной практике с учетом национальных особенностей и текущего момента. Изложены приоритеты при выборе исполнителей (поставщиков) государственных договоров.*

Ключевые слова: *государственные закупки, бюджетные средства, поставщики, конкуренция, коррупция, государственный контракт, прокьюремент.*

Для цитирования: *Ильина Ю. Планирование государственных закупок в Беларуси и США // Наука и инновации. 2019. №6. С. 44–47. // <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-6-44-47>*

Как действенный инструмент влияния на экономику государственные закупки (ГЗ) подразумевают выполнение государством функций, ориентированных на повышение централизованной управляемости, предотвращение неконтролируемого нарастания затрат, сокращение расходов бюджета, контроль над материальными потоками при условии соответствия их рыночным отношениям. При этом важно организовать эффективный процесс поставок товаров, выполнения работ и услуг,

а также перераспределения денежных средств между хозяйствующими субъектами.

Государственные контракты занимают значительное место в затратной части бюджета (в том числе в области научных исследований и новых технологий) большинства развитых стран. Поэтому организация ГЗ и национальное законодательство в этой части требуют постоянного совершенствования.

Закупки, производимые правительствами и правительственными организациями, составляют весомую долю валового продукта: в странах с рыночной экономикой – в среднем 15–30%, с переходной – до 50% [1]. В Республике Беларусь в 2017 г. стоимость заключенных договоров по результатам проведения госзакупок составила в среднем 10% ВВП [2]. Такие объемы позволяют рассматривать задачу обеспечения эффективности государственных закупок как первостепенную. Мировой опыт показывает, что основным способом ее решения является свободная конкуренция. Система государственных закупок направлена на наиболее полное удовлетворение общественных запросов при минимальных затратах общественных средств, предотвращение коррупции; обеспечивается принципами прокьюремента – совокупности практических методов и приемов, позволяющих максимально удовлетворить интересы потребителя при проведении закупочной кампании, с соблюдением открытости (гласности), равноправия претендентов, эффективности заключаемых сделок и ответственности ее участников.

Совершенствование системы государственных закупок предполагает поиск способов экономии бюджетных средств при высоком качестве закупаемых товаров, работ и услуг, а также использование госзаказа как активного инструмента воздействия на экономическое и социальное развитие. Первым и потому особенно важным этапом проведения государственных закупок является предварительное оптимальное распределение ресурсов.

В настоящем исследовании анализируется система госзакупок в Республике Беларусь на этапе планирования в контексте международного опыта, в частности США, и предлагаются мероприятия по повышению ее эффективности.

Говоря о значимости планирования, важно понимать, какие задачи необходимо решать на этом этапе. Некоторые авторы для обозначения понятия «задачи планирования» используют термин «стратегический норматив» [3]. Полагается, что в процессе разработки целевых стратегических нормативов финансовой деятельности они должны быть выражены в конкретных количественных показателях – в сумме, темпах динамики, структурных пропорциях, сроках реализации. Различают следующие задачи финансового планирования [4]:

- *выбор перспективных направлений хозяйствования;*
- *финансовое обеспечение операционной совокупности процессов;*
- *определение оптимальных финансовых взаимоотношений предприятия с третьими лицами;*
- *объединение и увеличение капитала;*
- *экономия бюджетных средств.*

Финансовое планирование государственных закупок охватывает анализ финансового благополучия учреждения, оптимизацию основных и оборотных фондов, управление структурой и стоимостью капитала, распределение прибыли, безличные расчеты, налоговую и ценовую политику, политику в области ценных бумаг, учет и финансовую оценку рисков. Указанные аспекты также можно отнести к финансовой стратегии.

Главная задача финансового планирования заключается в эффективном обеспечении возможностей роста или другого экономически обоснованного состояния при наличии стабильной деятельности. Планирование включает в себя две группы функций – организационные и экономические. Первая, как правило, касается стратегического управления городом или регионом страны, однако применима и для конкретного предприятия, поскольку без грамотного построения работы от нее не будет отдачи. Кроме того, выделяются антикризисная функция и функция прогнозирования [4]. При этом последняя разделяется на:

- *прогнозирование отрицательного влияния неблагоприятных факторов внешней и внутренней среды, колебаний рыночной конъюнктуры;*

- *прогнозирование вероятности возникновения банкротства.*

Таким образом, финансовое планирование представляет собой систему формирования и воплощения приоритетных финансовых целей предприятия путем эффективного привлечения и использования финансовых ресурсов, координации их потоков, обеспечения необходимого уровня финансовой безопасности на основе непрерывного учета изменений факторов внешней и внутренней среды.

Проанализируем, на каком уровне находится система государственных закупок в Республике Беларусь и каковы возможные пути ее совершенствования. Многие национальные экономисты и специалисты считают, что нецелесообразно полностью копировать опыт других стран в сфере государственных закупок, но совершенствовать собственное законодательство (нормативные правовые акты) надо с учетом лучшего мирового опыта.

Размещение государственных заказов в США регулируется Федеральной контрактной системой, которая управляет всем циклом осуществления госзакупок (планирование, размещение, исполнение)

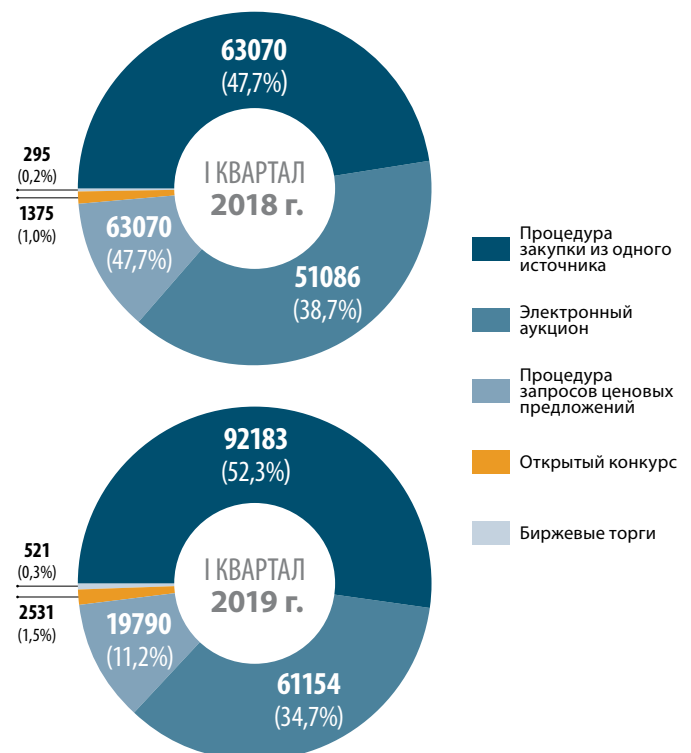


Рисунок. Количественная характеристика процедур государственных закупок в I квартале 2018 и 2019 гг., абс. (%) Источник: [8]

Показатель	Товары (по методологии статистики внешней торговли)	Услуги (по методологии платежного баланса)	Товары и услуги (по методологии платежного баланса)
Объем внешней торговли	35,1 млрд долл.; рост на 5,8 млрд долл., т.е. 20%	6,6 млрд долл.; рост на 950,2 млн долл., т.е. 16,9%	40,2 млрд долл.; рост на 6,9 млрд долл., т.е. 20,7%
Экспорт	16,3 млрд долл.; рост 19,4%	4,1 млрд долл.; рост 16,7%	20,3 млрд долл.; рост 19,4%
Импорт	18,8 млрд долл.; рост 20,5%	2,4 млрд долл.; рост 17,1%	19,9 млрд долл.; рост 22,1%
Сальдо	-1,4 млрд долл.	1,7 млрд долл.	329,4 млн долл.

Таблица. Итоги внешней торговли за январь – июнь 2018 г. по сравнению с аналогичным периодом 2017 г. Источник: разработка автора на основе [9]

и большое значение придает первоначальному этапу – планированию. Процесс государственных закупок регламентируют более 4 тыс. нормативных правовых актов. Вся система делится на две основные группы: прогнозный и индивидуальный планы закупок.

Прогнозный план закупок составляется в виде графика, чтобы органы власти имели наглядное представление об объемах предполагаемых заказов. Созданы специальные информационные ресурсы, например федеральный портал «Прогнозная система предварительных планов закупок». Через Центральную информационную систему, которая является основным источником сведений, один раз в квартал представляются отчеты для контрольных органов. Далее, на стадии выделения финансов формируется индивидуальный план.

Основная нагрузка по реализации ГЗ ложится на уполномоченных представителей государства, имеющих соответствующие сертификаты, которые координируют деятельность Федеральной контрактной системы США. Перед ними стоят следующие задачи:

- четкое обоснование планирования предстоящего контракта;
- мониторинг и обеспечение основных его этапов;
- контроль за этапами исполнения;
- утверждение и согласование выплат подрядчикам (продавцам) по соглашениям;
- закрытие государственных контрактов.

В США ограничено количество министерств, ведомств, организаций, которые имеют право самостоятельно осуществлять государственные закупки. Им наделены такие организации, как Национальное управление по авионавигации и исследованию космического пространства (NASA), Министерство обороны США, Агентство по Научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам.

Все министерства и ведомства, не включенные в число имеющих право самостоятельно осуществлять

закупочную деятельность, подают заявки в Администрацию общих услуг, которая получает проценты от выполнения заказов по ценам выше оптовых, но ниже рыночных. Перечень товаров и услуг огромный, включая движимое и недвижимое имущество, ремонт и строительство. Благодаря оптовым закупкам государственные расходы значительно сокращаются по сравнению с тем, если бы каждое учреждение работало самостоятельно. Администрация общих услуг при прочих равных условиях предпочитает размещать заказы на предприятиях малого бизнеса, на фирмах, возглавляемых женщинами, в организациях пенитенциарной системы.

Главное в опыте США – акцент на конкурентном выборе исполнителя по контракту. Все закупки осуществляются путем проведения открытых конкурсов и электронных аукционов. Это позволяет снижать стоимость договора до минимума и не бояться получить некачественный товар или недобросовестное оказание услуг, так как поставщики заинтересованы в поддержании своей репутации и продолжении сотрудничества. В США доля таких поставщиков – 90% [6]. Исключение составляют сферы военного обеспечения и отрасли естественных монополий.

В нашей стране основным этапом для формирования государственных заказов также является планирование. Однако если индивидуальный план закупок обязателен, что регламентировано Законом Республики Беларусь «О государственных закупках товаров (работ, услуг)» от 13.07.2012 г. №419-3, то первоначальный их этап (прогноз) носит скорее рекомендательный характер.

Доля закупок с конкурентным способом определения поставщика, к которым относятся открытый конкурс и электронный аукцион, составляет примерно треть часть ГЗ и имеет тенденцию к сокращению. При этом общий объем закупок увеличивается.

Так, в период 2013–2017 гг. государственными учреждениями было реализовано 512 160 договоров,

причем в 2017 г. их количество увеличилось по сравнению с 2013 г. на 3,4%, а с 2015 г., в котором система закупок подвергалась реструктуризации, – на 24,8% [7]. Однако доля контрактов на конкурентной основе в означенный период сократилась с 39,94 до 31,00%, что объясняется узким перечнем товаров, подпадающих под категорию составительского определения поставщика (исполнителя).

Представленные Министерством антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь количественные показатели процедур государственных закупок, проведенных в первом квартале 2018 и 2019 гг., свидетельствуют о том, что большая их доля осуществляется из одного источника (рисунки) [8].

Белорусские субъекты хозяйствования принимают активное участие в международных тендерах. Наша страна в состоянии предложить большой спектр товаров. Однако итоги внешней торговли за январь – июнь 2018 г., представленные Министерством иностранных дел, свидетельствуют о том, что национальная система ГЗ нуждается в серьезной доработке (таблица).

При осуществлении государственных закупок действуют общепризнанные приоритеты, которые не зависят от типа экономической системы страны [5]:

- эффективное расходование бюджетных средств;
- гласность и прозрачность всего процесса;
- обеспечение равных условий для участия всех субъектов хозяйствования;
- предотвращение коррупции.

Подводя итог, выделим положительные моменты проведения госзакупок на этапе планирования в США, которые можно использовать в Беларуси:

- тщательно проработанный этап планирования и единая прогнозная методика, позволяющие наглядно и заблаговременно оценивать объемы предстоящих контрактов для государственных нужд;
- единая организация (Администрация общих услуг), осуществляющая координацию и мониторинг всех этапов процедуры, обеспечивающая прозрачность и эффективность системы в целом, в том числе путем информирования общественности;
- ограниченное число министерств и ведомств, допущенных к самостоятельному проведению госзакупок;
- специализированные информационные ресурсы, обеспечивающие достижение максимальной публичности, открытости и прозрачности на всех этапах;

- ежеквартальные отчеты, предоставляемые информационными ресурсами в контрольно-надзорные органы, позволяющие в динамике отслеживать правильность и целевое использование бюджетных средств.

Для более полной реализации принципов прокьюрмента в Республике Беларусь необходимо обеспечить прозрачность проведения государственных закупок путем публикации всего цикла закупочного процесса – от долгосрочного плана до исполнения заключенного договора. Необходимо создать систему, которая предполагает открытое размещение большего объема информации о прогнозировании и планировании государственных закупок на несколько лет вперед, а также о детализированной документации исполнения договора с его обнародованием и приведением цен, объемов и т.д. Чтобы построить единый эффективный рынок государственных закупок, эти положения следует закрепить на законодательном уровне. ■

■ **Summary.** The dynamics of public purchases at the planning stage in the Republic of Belarus is analyzed. The features of the experience and legislation of the United States in this area of financial activity are described as a positive example that can be used in national practice, taking into account national characteristics and the current situation. The priorities of state contracts suppliers selection are described.

■ **Keywords:** government procurement, public purchases, budgetary funds, suppliers, competition, corruption, government contract, procurement.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-6-44-47>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Верниковская О. В. Логистика государственных закупок // Управление социально-экономическими системами: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Вологда, 2–3 февр. 2017 г.: в 2 т. / Вологод. гос. ун-т. – Вологда, 2017. С. 234–237.
2. Что изменится в системе государственных закупок: Онлайн-конференция. 15.08.2018 г. // http://www.belta.by/onlineconference/view/chto-izmenitsja-v-sisteme-gosudarstvennyh-zakupok-1067/#go_to_up
3. Копнов В. А., Бессонов А. И., Астафьева О. М. Стратегический подход к управлению качеством закупок машиностроительного предприятия. – Екатеринбург, 2012.
4. Пуставіт В. Как проходят электронные госзакупки в Беларуси? // Звезда. 2016. URL // <http://zviazda.by/ru/news/20160315/1457989511-kak-prohodjat-elektronnye-goszakupki-v-belarusi>
5. О государственных закупках товаров (работ, услуг): Закон Республики Беларусь, 13 июля 2012 г., №419-З. Минск, 2013. URL // <http://www.pravo.by/document/411200419>
6. Müller H. Deutschland vs USA: Konflikt mit Ansage. Spiegel Online. 16.03. 2018. URL // <http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/donald-trump-das-us-zerr-bild-der-deutschen-wirtschaftspolitik-a-1138359.html>
7. Официальный сайт по государственным закупкам Республики Беларусь // <http://www.icetrade.by/>
8. Официальный сайт Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь // <https://mart.gov.by/sites/mart/home.html/>
9. Официальный сайт Министерства иностранных дел Республики Беларусь http://mfa.gov.by/export/foreign_policy/

Статья поступила в редакцию 22.01.2019 г.

SEE <http://innosfera.by/2019/06/USA>



Сохранение зерна как стратегическая государственная задача

УДК 664.7+631.563+631.365

Аннотация. Анализируются проблемы сохранения зерна в Республике Беларусь, включая послеуборочную обработку и складское хранение. Показано, что используемые технологии не позволяют в полной мере реализовать законодательство, в частности технические кодексы установившейся практики ТКП 186–2009 и ТКП 185–2009. Сформулированы предложения, которые позволяют ликвидировать эти недостатки.

Ключевые слова: сохранение зерна, потери зерна, послеуборочная обработка, складское хранение, зерносушилка, режим сушки.

Фото Дарьи Пронько



Николай Гринчик,
ведущий научный сотрудник Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, профессор кафедры компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатик БГУ, доктор физико-математических наук



Иосиф Гуревич,
ведущий научный сотрудник Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, доктор технических наук



Виктор Ермоленков,
доцент кафедры управления региональным развитием Академии управления при Президенте Республики Беларусь, кандидат биологических наук, доцент

Сохранить собранный урожай, при этом не потерять питательную ценность плодов и семян и не навредить здоровью их потребителей так же сложно и важно, как и вырастить. Для зерновых культур как стратегического продукта питания это особенно актуально.

Ежегодные потери зерна в процессе его производства в индустриально развитых странах

составляют около 10%, в развивающихся доходят до 30%, причем половина из них приходится на послеуборочную обработку и хранение [1]. Возможности существующего оборудования позволили оценить нормативные потери, обусловленные естественной убылью зерна в процессе хранения. Так, при содержании пшеницы, ржи, ячменя в складе насыпью в течение 1 года принятая норма естественной убыли – 0,12% [2]. В реальности неизбежны

ненормативные потери – из-за несовершенства или несоблюдения технологий.

Очевидно, что пока убранный урожай злаков имеет повышенную влажность, он подвергается большой опасности заражения патогенными микроорганизмами, в частности плесневыми грибами и бактериями, которые переносятся насекомыми, грызунами, птицами. Подобные угрозы возникают также из-за особенностей технологии сушки. Микотоксины

(метаболиты плесневых микроскопических грибов) могут попасть в организм человека, при этом многие обладают мутагенными, тератогенными и канцерогенными свойствами [3].

Послеуборочная обработка зерна

Проблеме создания эффективных методов и технических средств сушки семян зерновых и масличных культур, исключая попадание канцерогенных соединений и обеспечивающих сохранение качества продукции, уделялось много внимания в СССР в 1970-е гг. В ее решении принимали непосредственное активное участие белорусские ученые. Шахтные сушилки было рекомендовано «незамедлительно снять с эксплуатации» еще в 1973 г., поскольку они «создают условия для бесконтрольного попадания канцерогенных веществ в семена вследствие неполного сжигания продуктов сгорания (особенно мазута)». При этом предлагалась к использованию техника, разработанная ИТМО АН БССР и ВНИИ зерна, как наиболее экономичная и предотвращающая попадание в продукты полициклических углеводородов (ПАУ), например бензпирена, бензантрацена [4]. В частности, имелась в виду рециркуляционная пневмогазовая зерносушилка, в которой сушка зерна высокотемпературным агентом при минимальной экспозиции процесса сочетается с контактным массообменом и осциллирующим режимом (сушка плюс отлёжка), при этом зерно меньше травмируется и происходит диффузия влаги в сухие области без затрат энергии (рис. 1) [5–7].

Эта сушилка была удостоена золотой медали ВДНХ, экспонировалась на всемирной выставке в Дели. В специальном конструкторском бюро для предприятий БССР были разработаны и внедрены пневмогазовые зерносушилки производительностью 2, 6 и 10 т/ч. В процессах их эксплуатации было установлено, что предпосевной обогрев семян дает увеличение урожайности для яровых культур до 20% [6]. Такое оборудование большой мощности (50 т/ч) с конца 1950-х гг. работало на целинных землях, в частности на Петропавловском элеваторе.

Сейчас в Республике Беларусь, к сожалению, по-прежнему используются в основном шахтные сушилки СЗШ-100МА ООО «Амкодор-Можя» на смеси топливе, а продукты горения природного газа, дизельного или печного бытового топлива имеют контакт с зерном. Теплообменники для бесконтактного нагрева агента сушки (воздуха) отсутствуют. (В зерносушилках США и Канады таковые также не предусмотрены.)

Технология сушки зерна (до передачи его на хранение) регламентируется Техническим кодексом установившейся практики (ТКП) 186–2009, утвержденным и введенным в действие приказом Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 01.06.2009 г. №34. Согласно этому документу, режимы сушки определяются только средней начальной влажностью зерна, хотя семена могут быть с разным влагосодержанием. В результате неизбежно нарушается режим сушки для отдельных зерен – как следствие, повреждается их оболочка и они становятся источниками начальной плесени [3].

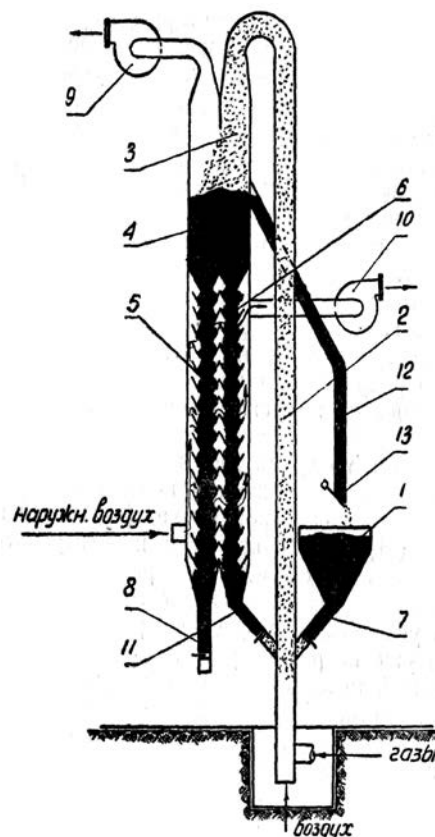


Рис. 1. Принципиальная схема пневмогазовой зерносушилки
1 – бункер; 2 – сушильная труба; 3 – сепаратор; 4 – шахта; 5 – зона окончательного охлаждения; 6 – зона промежуточного охлаждения; 7 – самотечная труба; 8 – выпускной рукав; 9, 10 – вентилятор; 11 – возвращающий рукав; 12 – сливная труба; 13 – клапан

Для зерносушилок, в которых в качестве смесительного топлива используют продукты сгорания мазута или древесной щепы, теплообменники выпускает ГСКБ «Брестсельмаш». Но если при сушке продовольственного зерна они применяются, то при обработке фуражного зерна их исключают из технологической цепи.

Хранение зерна

Зернохранилища бывают различного типа: зерновые склады, элеваторы железобетонные (монолитные и сборные)

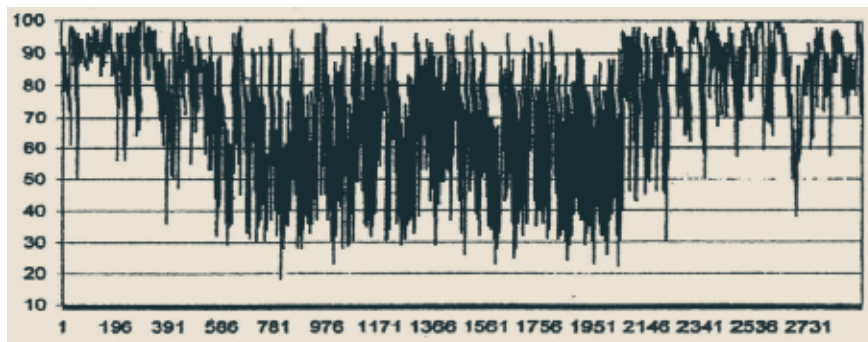


Рис. 2. Относительная влажность атмосферного воздуха в 2002 г. (измерения через 3 ч)

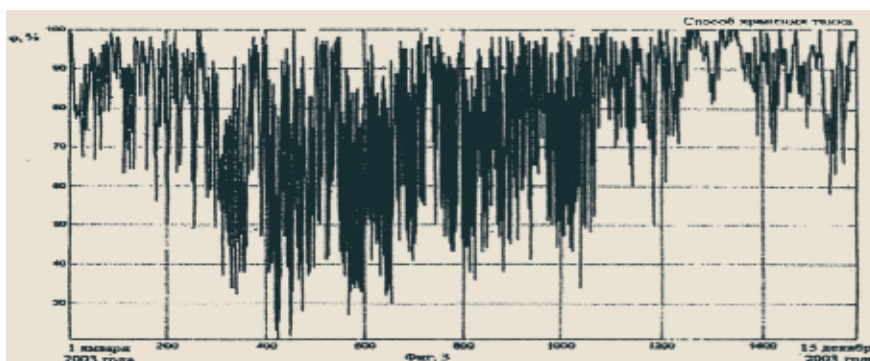


Рис. 3. Относительная влажность атмосферного воздуха в 2003 г. (измерения через 3 ч)

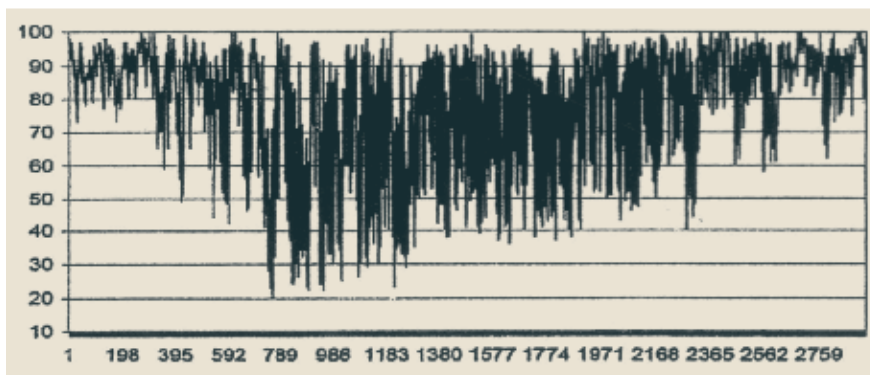


Рис. 4. Относительная влажность атмосферного воздуха в 2004 г. (измерения через 3 ч)

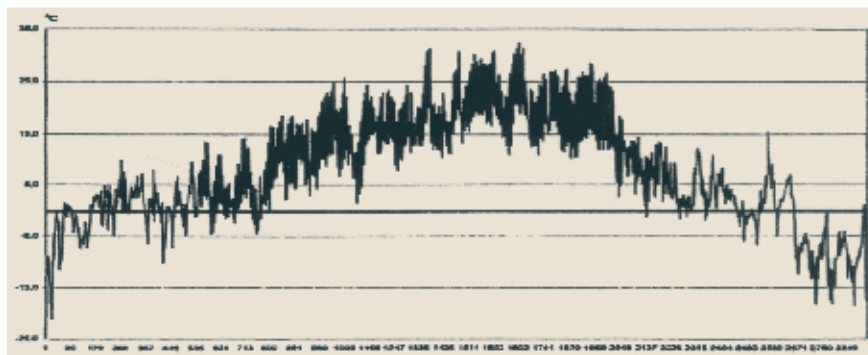


Рис. 5. Температура воздуха в 2002 г. (измерение через 2 ч)

и с металлическими силосными корпусами, силосные комплексы с отдельно стоящими устройствами. Нередко на одном и том же предприятии действует оборудование нескольких конструктивных видов. Требования к хранению зерна регламентируются ТКП 185–2009 и являются обязательными для всех объектов хозяйствования, что и отмечается, например, в руководстве по эксплуатации силоса плоскодонного серии SPA [8], который производится ОАО «Лидсельмаш» по лицензии и в кооперации с фирмой Araj (Польша). Однако этот технический кодекс разработан в первую очередь для амбарного напольного хранения, являющегося основным (80%). Ниже рассматриваются возможности его применения и модернизации с помощью дополнительного оборудования.

Наш анализ показал, что технически реализовать ТКП 185–2009 затруднительно. Так, в п. 6.12 рекомендуется периодически определять равновесную влажность зерна: «в процессе вентилирования ее определяют при установившейся погоде не реже чем через каждые шесть часов, а при переменной погоде – каждые три часа и чаще, в зависимости от метеорологических условий. Если окажется, что при изменившихся параметрах воздуха зерно может увлажниться, вентилирование необходимо прекратить». Согласно п. 6.13, «в случае невозможности определения равновесной влажности зерна вентилирование проводят при условии, если температура наружного воздуха ниже температуры зерна на 5 °С и более. В дождливую и туманную погоду разница должна составлять не менее 8 °С».

Зависимость относительной влажности атмосферного воздуха от времени каждые три часа в течение года в Беларуси за 2002, 2003, 2014 гг. представлена на рис. 2–4, температуры – на рис. 5. Как видим, с марта по ноябрь уровень влажности очень сильно колеблется, поэтому для проветривания склада требуется непрерывный автоматизированный компьютерный мониторинг ситуации во избежание конденсации паров воды на складе и в слое зерна. В зимнее, холодное время года относительная влажность воздуха высокая, но влаги в единице объема мало, что можно использовать для снижения интенсивности «дыхания» зерна даже при образовании конденсата. Отметим, что в этом случае конденсат из вентилируемого воздуха можно легко удалять вымораживанием с помощью теплообменников. Активное проветривание особенно важно в первые три месяца после уборки, когда зерновая масса активно «дышит», и в ней проходят ферментативные процессы дозревания.

Согласно п. 11.4.2 ТКП, «для вентилирования склада рекомендуется использовать зимний период, а также отдельные резкие перепады температуры в течение суток», то есть режим вентилирования носит субъективный характер и его трудно реализовать.

Не имея датчиков температуры, влажности и автоматической системы управления, невозможно на практике выполнить и требования п. 6.17: «когда наступает весеннее потепление, необходимо организовать проветривание зернохранилища без образования конденсата».

Режимы вентилирования зерна различных культур на установках СВУ в складах, приведенные в п. 6.5 ТКП, базируются только

на удельном расходе воздуха. Например, для пшеницы и ржи при их влажности 16–18% необходимый удельный расход воздуха составляет 40–50 м³/(ч·т). При этом не учитываются влажность и температура атмосферного воздуха, температура зерна и его равновесная влажность.

Практические рекомендации

Для успешной реализации ТКП 185–2009, на наш взгляд, нужны современные технические средства: датчики относительной влажности воздуха в зерне и его температуры, воздуха атмосферы, а также вентиляторы, компьютеры с программным обеспечением для контроля за состоянием воздуха (на складе и атмосферного) и включения вентиляторов в случае, если конденсат не образуется. В программный комплекс вводятся психометрическая таблица (зависимость давления паров воды от температуры на кривой насыщения, а также относительной влажности), зависимость изотерм сорбции зерна от относительной влажности воздуха, разрабатывается программа управления вентиляторами для нагнетания воздуха из атмосферы, что исключит образование конденсата.

Кроме того, для решения проблемы сохранения зерна необходимо:

- вывести из эксплуатации шахтные зерносушилки;
- учитывая появление в ближайшее время в стране относительно дешевой электроэнергии (в связи со строительством АЭС) обеспечить зернопроизводящие хозяйства модернизированными зерносушилками с электроподогревом сушильного агента, исключаящими попадание в зерно (следовательно, и в организм человека) канцерогенных веществ;
- оборудовать складские помещения инновационной техникой, которая позволит соблюдать ТКП 185–2009;
- усилить ответственность руководителей зернопроизводящих и складских хозяйств за соблюдение научно обоснованных методик и технологий послеуборочной обработки и сохранения зерна в полном соответствии с ТКП 186–2009 и ТКП 185–2009.

Расходы на модернизацию сушильного и складского хозяйств окупятся за счет уменьшения потерь зерна, которые, по данным [1], составляют 400–450 тыс. тонн при урожае последних лет 8–9 млн тонн. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дринча В. Основные положения управления процессами сохранности зерна / В. Дринча, Б. Цыдендоржиев // Хранение и переработка зерна. 2010. №4. С. 1–12.
2. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / под ред. В. Г. Гусакова; сост. Я. Н. Бречко, М. Е. Сумонов; 2-е изд., перераб. и доп. – Минск, 2002.
3. Тутельян В. А. Микотоксины: медицинские и биологические аспекты / АМН СССР. – М., 1985.
4. Смагина Т. В. Влияние режимных параметров на внутренний массоперенос и качественные характеристики зерна при различных способах сушки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1984.
5. Любошиц И. Л. Сушка зерна во взвешенном состоянии // Известия Академии наук БССР. 1954. №4.
6. Любошиц И. Л. Исследование нового метода сушки зерна // Труды института энергетики. Вып. 2. – Минск, 1955.
7. Любошиц И. Л. Результаты испытаний промышленных образцов прерывистой пневмогазовой зерносушилки // Труды института энергетики. Вып. 3. – Минск, 1957.
8. Силоса плоскостонные SPA 6/10, SPA 7,5/13, SPA 12/10, SPA 15/9, SPA 15/12, SPA 15/15, SPA 15/18, SPA 18/10, SPA 18/12, SPA 18/13, SPA 18/15, SPA 18/17, SPA 18/19, SPA 22,5/10, SPA 22,5/13, SPA 27,3/13: Руководство по эксплуатации / ОАО «Лидсельмаш». – Лида, [б.г.].

Цифровизация высшего образования



Ускорителем развития системы высшей школы, функционирующей в современных условиях, становится информатизация. Цифровые методы обучения все сильнее теснят «аналоговые», значительно изменяя образовательную парадигму. О том, как внедряются информационные технологии в процесс обучения, рассказывает министр образования Республики Беларусь Игорь КАРПЕНКО.

– Игорь Васильевич, не представляют ли современные информационно-коммуникационные технологии угрозу классическим подходам к образовательным процессам, зачастую предполагая разрыв связей между преподавателем и обучаемым, подмену живого общения дистанционным?

– Как показывает практика, ИКТ не заменяют, а дополняют классические подходы, играют роль мощного инструмента для работы с информацией, предоставляют новые возможности, средства и методы обучения. С одной стороны, открытость большого количества разнообразных знаний создает иллюзию их легкой доступности, с другой – дает возможность студенту более осознанно подходить к выбору, что именно и как изучать. Раньше у него такой альтернативы не было: практически единственным источником информации и передачи знаний были учреждения образования. Сейчас, в связи с развитием

открытых образовательных интернет-платформ, иных онлайн-ресурсов, расширились возможности для самообразования. При этом переосмысливается роль преподавателя: он становится в большей мере наставником, помогающим определиться с траекторией индивидуального пути каждого обучающегося, дает опорные точки в большом объеме знаний, помогает выстраивать процесс обучения не хаотично, а системно. Его роль как источника информации заметно снижается. Смещается и центр коммуникации между преподавателем и студентом. Если раньше знания передавались в большей мере при личном общении, с появлением печатных учебников более опосредованно, то теперь источники информации тесно связаны с «виртуальной», цифровой средой, которая в целом может предоставить более разнообразный контент, чем классический учебник. В онлайн-среде доступны как тексты, так и видеолекции, как вопросы для самоконтроля, так и тесты. Более

того, возможно общение с другими обучающимися и с преподавателем посредством видеочатов, а также использование автоматических средств перевода, что снижает языковой барьер. Таким образом, цифровые технологии, не требуя личного присутствия учителя и обучаемого в одном месте, способны не только сохранить личностный характер отношений между ними, но и в значительной степени интенсифицировать и индивидуализировать этот процесс.

– Имеется ли в нашей стране цифровой разрыв в электронном образовании по сравнению с передовыми государствами?

– Термин «электронное образование» можно трактовать как в узком смысле, так и в широком. В первом случае оно понимается только как информатизация образовательного процесса и наличие доступа к современным информационно-коммуникационным технологиям, то есть их использование. Во втором случае под электронным образованием подразумевается возможность получать образование дистанционно, исключительно на базе ИКТ. Однако в обоих вариантах цифровой разрыв по сравнению с передовыми государствами существует. Характеризуя уровень внедрения онлайн-образования в мире, все аналитики указывают на несомненное лидерство в данной области США. Именно в Америке ученые первыми осознали огромный потенциал ИКТ на рынке образования. По данным аналитической группы Babson Survey Research Group, осенью 2016 г. в онлайн-обучение в высших учебных заведениях США было вовлечено 6,4 млн студентов, что составляет 31,6% от общего их числа, причем прирост за год составил 5,6%. Страны Евросоюза и государства Азии также осознают давление информационных и сетевых технологий на существующую модель образования. Так, например, во Франции в качестве главной задачи заявлено внедрение ИКТ во все сферы образовательного процесса: от детского сада до обучения взрослых. В Финляндии, Ирландии, Южной Корее реализуются специальные национальные программы по электронному обучению, которое стало основным инструментом модернизации образования. Таким образом, все страны мира включают в дальнейшее развитие национальных систем нарастающее использование дистанционных технологий.

К факторам, сдерживающим масштабы онлайн-образования в Беларуси, следует отнести низкий уровень доверия к такому формату образования в академической среде; отсутствие достаточного

количества специалистов, реализующих внедрение электронных технологий в учебный процесс; неготовность преподавателей к привлечению дистанционных технологий. Отчасти эти проблемы связаны с различиями между поколениями в восприятии цифровых технологий. Если студенты родились и выросли в мире современных цифровых технологий и для них их использование естественно и само собой разумеется, то преподаватели в подавляющем большинстве применяют отдельные ИТ, но в целом прекрасно обходятся без них. Этот разрыв во многом обуславливает одно из основных противоречий в вузовской образовательной среде. Академическая манера проведения лекций вступает в конфликт с привычным для обучаемой аудитории мультимедийным форматом представления знаний.

Следует отметить, что эти проблемы характерны для образования во всем мире. Предпринимаются различные попытки их разрешения. В зарубежных странах активно развиваются онлайн-платформы МООС, в основе которых лежат курсы ведущих университетов мира. Самый известный подобный портал Coursera был создан в 2012 г. преподавателями Стэнфордского университета. Всего за несколько лет аудитория Coursera выросла до 11 млн слушателей, с ресурсом сотрудничают около 120 вузов, в том числе и российских. Во Франции работает аналогичный сайт FUN с бесплатными курсами французских вузов, в Великобритании – Futurelearn, в Китае – XuetangX. Создавая курсы на национальном уровне, власти хотят продемонстрировать качество образования в своей стране, привлечь иностранных абитуриентов, профессоров и, разумеется, инвестиции.

Статьей 17 Кодекса Республики Беларусь об образовании регламентирована подготовка специалистов в дистанционной форме. Она относится к виду заочной формы образования, которая осуществляется преимущественно с использованием современных информационных и коммуникационных технологий, учебников, учебных пособий и других учебно-методических материалов в электронном виде, необходимых для изучения всех учебных дисциплин, входящих в учебный план по специальности. В то же время текущая и итоговая аттестации для студентов дистанционной формы обучения аналогичны аттестациям, проводимым в рамках реализации заочной формы подготовки.

Для изменения ситуации Министерством образования активно ведется разработка необходимой нормативной правовой базы. Проект Закона

Республики Беларусь «О внесении изменений и дополнений в Кодекс Республики Беларусь об образовании» создает принципиально иные возможности для дистанционного получения образования. Его предполагается выделить в отдельную форму получения образования, предусматривающую преимущественно самостоятельное освоение содержания образовательной программы обучающимся во взаимодействии с педагогическими работниками на основе использования дистанционных образовательных технологий. Предусматривается также разработка и утверждение Положения о дистанционной форме получения образования.

Сейчас, в течение 2018/2019 учебного года, Министерством образования проводится эксперимент по развитию дистанционного образования: прорабатываются вопросы его технологического обеспечения, выбора платформы, программных средств. Отдельно рассматриваются возможности для проведения удаленной аттестации студентов с помощью специального оборудования и программного обеспечения (система прокторинга) или с участием специального сотрудника (проктора). Уже выработан ряд конкретных предложений по дальнейшему совершенствованию нормативной правовой базы дистанционного образования.

– Планируется ли пересмотр образовательных стандартов в системе отечественной высшей школы для оперативного реагирования на изменения рынка труда?

– В соответствии с действующей нормативной базой, образовательные стандарты пересматриваются, как правило, раз в пять лет. Процесс довольно сильно формализован, поэтому вузы инициируют его только в случае крайней необходимости. С другой стороны, для оперативной адаптации к изменениям на рынке труда необходимо менять не столько собственно стандарты, сколько подходы к их формированию. Стандарты должны регулировать требования к результатам обучения (компетенциям) выпускника, не регламентируя содержание, что позволяет вузам оперативно вносить в него коррективы без изменений образовательных норм. Именно такой подход используется для разработки стандартов поколения 3+, подготовка которых уже начата и будет завершена в 2019/2020 учебном году. В целом на законодательном уровне существует системный подход при реализации образовательных программ высшего образования для качественной подготовки

специалистов. Действующие стандарты и соответствующие им учебные планы I степени высшего образования по направлениям специальностей предусматривают значительную долю дисциплин, набор которых может изменяться ежегодно и позволяет оперативно адаптироваться к условиям рынка труда.

С сентября 2019 г. для II степени высшего образования будут введены в действие образовательные стандарты поколения 3+, в которых объем вариативных дисциплин увеличен до 70%. Они будут включать предметы, формирующие у обучающихся компетенции, позволяющие решать инновационные задачи, в том числе навыки планирования, прогнозирования, анализа и развития профессиональной деятельности. Ведется разработка стандартов поколения 3+ для первой степени высшего образования, в которых также будет увеличен до 45–65% объем дисциплин учреждений высшего образования по сравнению с действующими образовательными стандартами. Ориентация программ на фундаментальную подготовку позволяет снизить потребность в постоянной «гонке» за рынком труда, так как формирует навыки системного мышления, умение анализировать информацию и самообучаться. Выпускники, обладающие такими качествами, в значительной степени готовы к образованию в течение всей жизни.

Сегодня обновление содержания образования происходит и путем открытия подготовки по новым специальностям, что позволяет развивать внедрение новых, в том числе информационных, технологий в Беларуси. В частности, только в 2018/2019 учебном году в ряде университетов открыта подготовка по специальностям «Электронный маркетинг», «Программируемые мобильные системы», «Дизайн (виртуальной среды)», «Системный анализ, управление и обработка информации», «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», «Информационные системы и технологии», в том числе по направлению «Электронный маркетинг» и др. Это позволит в перспективе более тесно интегрировать разработки ИТ-компаний в те цепочки производства, которые существуют в стране.

В ближайшем будущем обновление содержания образования будет осуществляться еще более высокими темпами. В новую редакцию Кодекса об образовании Республики Беларусь заложена норма о переходе на примерные учебные планы и программы взамен типовых. Это позволит заказчикам кадров более оперативно и активно влиять на содержание

профессиональной подготовки своих будущих работников.

Повысить эффективность взаимодействия системы профессионального образования с заказчиками кадров призвана и внедряемая в настоящее время Национальная система квалификаций Республики Беларусь. Предусмотрена разработка Национальной рамки квалификаций и создание секторальных советов, которые должны выступить заказчиками кадров для соответствующих отраслей. Они также будут координировать взаимодействие между представителями республиканских органов государственного управления, организациями – заказчиками кадров и учреждениями образования по вопросам разработки секторальных рамок и профессиональных стандартов. В свою очередь, на их основе учреждения образования будут разрабатывать образовательные стандарты и учебно-программную документацию.

Уже сегодня в качестве важнейшей задачи мы видим выработку подходов в системе образования, которые позволят нам не только готовить тех специалистов, которые «заказаны» работодателями, но и тех, которые будут способны управлять интеллектуальным продуктом, генерировать прорывные идеи по развитию экономики. И цифровизация системы образования должна этому способствовать.

– Какие информационные технологии наиболее активно внедряются в обучение в нашей стране и насколько высока их эффективность?

– В первую очередь это мультимедийные презентации. Интенсивность трансляции материала возрастает, однако зачастую это приводит к снижению эффективности его усвоения, так как студенты не успевают осмысливать возросший поток информации. Расширяется онлайн-взаимодействие посредством электронной почты, Skype, Viber, групп в социальных сетях, которые, как правило, используются для дополнительных консультаций, размещения новых материалов и т.д. Эти каналы коммуникации снижают временные задержки и позволяют напрямую общаться с преподавателем, демонстрируют возможности изучаемых сред, платформ в рабочем режиме, а не в виде скриншотов экранов. То есть преподаватель даже на лекциях имеет возможность запустить требуемое ПО и продемонстрировать особенности его функционирования. Эффективность существенно выше, чем при традиционных лекциях, так как у студентов есть возможность непосредственно повторить действия педагога на своих ноутбуках.

Качественные изменения в применении информационных технологий в образовании предусмотрены в разработанной и утвержденной Концепции цифровой трансформации процессов в системе образования до 2025 г. и на перспективу до 2030-го. Данным документом определены направления модернизации инфраструктуры учреждений образования, внедрения прорывных технологий в содержание и организацию образовательного процесса. Расширяется использование веб-технологий, проводятся занятия в форме вебинаров, в учебные программы включаются фрагменты онлайн-курсов, в том числе онлайн-курсов ИТ-компаний.

Важную роль в обеспечении качества подготовки ИТ-специалистов играет профориентация на самых ранних этапах. В соответствии с поручением Президента Беларуси ведется работа по созданию Национального детского технопарка. В нем будут проходить обучение одаренные дети – ученики 6–11-х классов. Главной особенностью реализации образовательной программы для них будет являться междисциплинарный характер проектной деятельности. Использование современного высокотехнологичного оборудования, привлечение ведущих ученых и специалистов университетов, научно-исследовательских и промышленных организаций позволит реализовывать проекты, интегрирующие знания, умения, навыки учащихся из различных областей научно-технического творчества. Одним из основных направлений деятельности Национального детского технопарка станет реализация образовательной программы дополнительного образования одаренных детей и молодежи в ИТ-области.

– Для цифровой эпохи нужны специалисты, обладающие соответствующими компетенциями. Насколько отечественная система образования готова к таким серьезным вызовам и какие образовательные продукты способствуют этому процессу?

– Главная проблема в том, что компетенции цифровой эпохи высокодинамичны, их чрезвычайно сложно прогнозировать. Их формирование в условиях высокой неопределенности – не тривиальная для системы образования задача. Ее решение видится, во-первых, в подготовке вариативной части образовательных стандартов и учебных планов, причем компетенции формируются совместно с заказчиком кадров, благодаря чему происходит адаптивная корректировка фундаментальных и прикладных

знаний, необходимых для эффективного восприятия новых технологий. Во-вторых, нужно развивать потенциал дополнительного образования взрослых в системе непрерывного образования. Обмен опытом, повышение квалификации, использование лучших практик в обучении персонала вузов также будут способствовать повышению степени готовности системы образования и подготовке специалистов, обладающих необходимыми для цифрового общества навыками.

– Цифровая экономика невозможна без достаточного количества специалистов. Средняя доля айтишников в развитых странах – от 3 до 5%. Какова численность программистов у нас?

– Понятие «айтишники» шире, чем «программисты». Сюда относятся все специалисты отрасли информационных и коммуникационных технологий. Согласно отчету агентства Ernst&Young от 30.04.2017 г., в Республике Беларусь в разработке ИТ-продуктов и услуг трудится 34 408 человек, еще 52 830 ИТ-специалистов – в других отраслях, или около 2% от занятого в экономике населения. По данным официальной статистики, по состоянию на 2017 г. численность сотрудников организаций сектора ИКТ, сектора контента и СМИ, отрасли ИТ по отношению к количеству занятых в экономике составила соответственно 2,4, 0,4, 1,3%. Согласно информации Парка высоких технологий, за 2017–2018 гг. штат компаний ПВТ возрос более чем на 18 тыс. человек (рост – 0,4% от числа работающих). По данным Белстата, на февраль 2019 г. на долю деятельности в области телекоммуникаций приходится 19 823, а информационными технологиями и информационным обслуживанием заняты 36 273 человека.

– Создаются ли в белорусских вузах новые информационные продукты, получают ли они инвесторскую поддержку и каким образом коммерциализируются?

– Наши университеты генерируют информационные продукты как для внутривузовского использования, так и ориентированные на коммерциализацию. К сожалению, их инвесторская поддержка скорее исключение, нежели правило, что обусловлено в том числе недостаточным нормативным обеспечением соответствующих процессов. Разработка и внедрение автоматизированных информационных систем финансируются в большей степени за счет собственных средств вузов, а также в студенческих

бизнес-инкубаторах, технопарках, центрах трансфера технологий, путем выполнения прямых хозяйственных работ с предприятиями реального сектора экономики в научно-исследовательских подразделениях университетов. Некоторые разработки, созданные в ходе дипломного проектирования, многие выпускники коммерциализируют за счет открытых площадок для распространения приложений типа Google Play, App Store и т.п.

– Существует мнение, что дигитализация приведет к тому, что многие профессии исчезнут. Кому, по вашему мнению, придется потесниться и не вызовет ли это проблему безработицы?

– Невостребованными будут становиться специалисты, работу которых легко автоматизировать, но одновременно у общества будут появляться потребности в новых профессиях. Положительными моментами цифровизации выступает повышение производительности труда, а также снижение количества ошибок, вызванных человеческим фактором. Отрицательной стороной этого процесса может стать повышение уровня безработицы. Ряд экспертов высказывает значительные опасения по поводу того, что резкий рост автоматизации, компьютеризации и роботизации труда в ближайшие десятилетия может привести к сокращению ранее необходимых профессий и высвобождению большого количества работников. Итогом этого может стать серьезная поляризация общества и углубление социального неравенства. Эксперты профсоюзного института ETUI говорят об опасности вымывания среднего класса, а также появления «зияющей пропасти» между немногими «суперзвездами-победителями» и массами «проигравших».

В то же время все большее количество людей перестает воспринимать цифровизацию как угрозу. Так, объединение немецких предприятий цифровой экономики Bitkom в 2017 г. представило на CeBIT репрезентативный опрос общественного мнения среди лиц старше 14 лет, который показывает: жители Германии считают дигитализацию реальным шансом для экономики. Глубокое исследование Министерства экономики Германии также показало, что на сегодняшний день по ее «вине» возникло больше рабочих мест, чем исчезло. Наибольшее влияние цифровизации ощутили на себе секторы СМИ, торговли, гостеприимство (гостиничный бизнес, рестораны, туризм), финансы (продажа банковских продуктов, рынки капитала, страхование), образование,

наука, поиск работы, в меньшей степени – здравоохранение, промышленное производство, строительство, сельское хозяйство. При этом, конечно же, цифровые технологии в разном масштабе воздействуют на все сферы жизни и экономической деятельности.

Цифровизация в любом случае изменит мир труда. Приходится считаться с тем, что возрастет психическая нагрузка, потому что от персонала будет требоваться больше концентрации и внимания. Есть большая опасность перенапряжения из-за высокой плотности работы и информации. Зачастую цифровизация сопровождается уменьшением автономии, потому что компьютер принимает практически все решения сам, а человек только воплощает их в жизнь. Возможно сокращение численности специалистов, обслуживающих финансовую сферу. Функции большинства из них вполне может выполнять компьютер, снабженный «умной» программой. Отпадет часть профессий, связанных с рутинным трудом. Использование роботизированных систем вызовет отмирание части рабочих профессий, например водителей автомобиля.

– Существует ли проблема образования пожилых людей, которые выпадают из экономики нового формата из-за того, что у них нет компетенций для цифровой жизни, и как ее следует решать?

– Уровень современного развития общества ставит перед непрерывным образованием новые задачи, решение которых должно помочь людям в любом возрасте повысить уровень их квалификации или приобрести новую, более востребованную профессию и быть конкурентоспособными на современном рынке труда. Недостаточно курсов для взрослых, на которых бы обучали пользованию компьютером, показывали возможности цифровых технологий в повседневной жизни. Проблема не в возрасте, а в уровне образования и готовности изучать новое.

Процесс развития белорусского информационного общества идет планомерно, но тем не менее можно выделить ряд проблем, требующих безотлагательного решения. Первая – цифровое ментальное неравенство, которое заключается в том, что лица старшего поколения из-за низкого уровня компьютерной грамотности не готовы работать со средствами Интернета. Эта проблема порождает следующую – отсутствие единой системы обучения граждан использованию средств ИКТ и сервисов глобальной Сети. Пожилые люди понимают, что развитие

информационного общества не остановить, но не имеют достаточных навыков для освоения предлагаемых ресурсов, а имеющиеся программы дополнительного профессионального образования не учитывают особенности обучения данной категории граждан. Эти проблемы разные страны решают по-разному. Их опыт требует оценки, анализа лучших практик и совместного обсуждения. Очевидно, что в разработке совместных инициатив в этой области необходимо активное участие самих людей пенсионного возраста и ключевых субъектов социальной жизни, особенно органов власти, образовательных учреждений, неправительственных организаций и бизнеса. В то время как вопросам пенсионного обеспечения, социального обслуживания, поддержания здоровья пожилых людей в республике уделяется достаточное внимание, то проблема их образования в сфере ИКТ остается малоизученной. Если они не включатся в процесс информатизации, то со временем будут «выдавлены» из общественной жизни, социально изолированы. Один из способов противодействия этим неблагоприятным последствиям – обеспечение дополнительного образования взрослых, открытие специальных обучающих курсов, которые позволят людям старшего поколения пользоваться Интернетом наравне с молодыми. Курсы, рассчитанные на молодежь, не подходят для пожилых. Их необходимо научить чувствовать себя современными, активными, дать им понять, что они не нуждаются в помощи и могут быть самостоятельными.

Проблему приобретения компетенций для цифровой жизни нужно решать в том числе и с помощью социальных проектов, размещения соответствующей информации в публичных местах и в СМИ в виде коротких видеороликов, таким образом способствуя подъему уровня компьютерной грамотности населения. Повышение качества жизни граждан на основе использования ИКТ определяет своей целью эффективную реализацию идеи дополнительного образования для старшего поколения, которая, на наш взгляд, должна воплощаться в жизнь при активном содействии местных органов власти. В этот процесс могут быть вовлечены и образовательные центры, и ведущие вузы в сфере ИКТ, которые через социально значимые образовательные проекты – организацию обучающих семинаров, программ повышения квалификации и т.д. – должны способствовать адаптации пожилых людей в современном информационном обществе. ■

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

ДИГИТАЛИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ КАК ФАКТОР ТРАНСФОРМАЦИИ РЫНКОВ ТРУДА



Светлана Кройтор,

завотделом
экономической социологии
Института социологии
НАН Беларуси

Аннотация. В статье проанализировано влияние цифровой трансформации на современный рынок труда, рассмотрены потенциальные точки роста современных экономик вследствие расширения масштабов цифровизации, определены вероятные проблемы, которые влечет за собой этот процесс для индивидов и обществ.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая экономика, цифровая трансформация, рынок труда, профессии будущего.

Процессы глобализации существенно меняют как облик современного общества в целом, так и образ жизни отдельных людей. Растущая открытость и взаимопроникновение социумов, экономик и культур в масштабах всей планеты во многом обусловлены бурным развитием технологий и средств коммуникации. Так, в 2017 г. доля населения нашей планеты, имеющего доступ к Интернету, достигла 50% [1]. По мнению специалистов, плотная интеграция информационно-коммуникационных технологий и промышленного сектора выступает главным фактором формирования новой производственной парадигмы, что вылилось в новый технологический сдвиг. Под влиянием современных производственных технологий, дополненных инновационными средствами коммуникации и обмена информацией, трансформируются производственные и экономические системы, образуются новые типы социальных структур, формируются новые виды социальных практик и модели взаимодействия.

Специфика цифровизации производственных процессов

Влияние на экономику современных технологических разработок, которые вместе с ИКТ образуют ядро процесса цифровизации, выражается прежде всего в системных, фундаментальных изменениях производственных процессов, влекущих за собой трансформацию рынка труда и существенные преобразования в других сферах общественной жизни. Чтобы четко и полно понять смысл феномена цифровизации и оценить роль этого явления в развитии современных экономических систем, важно отличать дигитализацию от автоматизации и механизации. Поэтому обратимся к анализу специфики каждого из названных понятий.

Согласно общепринятому мнению, механизация представляет собой процесс замены ручного труда машинным, то есть посредством использования механизированных объектов человек освобождает себя от тяжелого физического труда. Управление механизмами при этом остается за человеком – он регистрирует и анализирует показания приборов, оперирует работой машин, корректируя и оптимизируя процесс в случае необходимости. Примерами механизированных устройств могут быть различные приборы, агрегаты, преобразователи, датчики.

Они позволяют существенно упростить и алгоритмизировать процессы производства, но при этом не в состоянии принимать решения и регулировать себя сами, а потому их функционирование невозможно без управленческих воздействий извне.

Автоматизация – новая ступень алгоритмизации промышленности, направленная на дальнейшее повышение ее производительности, оперативности и эффективности. Ключевое отличие автоматизации от механизации состоит в том, что кроме выполнения механического труда автоматизированным системам делегируются и функции управления и контроля за ходом производственных процессов. Иначе говоря, в рамках автоматизированных устройств более сложные машины руководят работой более простых. К автоматизированным системам относятся программируемые контроллеры, различные диспетчерские системы, манипуляторы и т.д.

Цифровизация привнесла существенно новые принципы в функционирование экономических систем. Основными факторами цифровой трансформации стало интенсивное технологическое развитие (рост автоматизации) и распространение средств виртуальной коммуникации и обмена данными. Именно сочетание этих двух условий дало мощнейший толчок для дальнейшей перестройки экономических и социальных систем. Информационные технологии в последние десятилетия практически переворачивают промышленный сектор, перестраивают его на глубинном уровне, до неузнаваемости меняют базовые принципы развития производства, задают совершенно новые алгоритмы его функционирования и экономики в целом.

Наступление цифровой эпохи чаще всего связывают с появлением и распространением искусственного интеллекта и созданных на базе его использования вещей и систем, в том числе с широким внедрением киберфизических систем на производстве. Киберфизические системы объединяют в себе цифровую, виртуальную и предметную составляющие, и именно распространение подобных систем, по мнению многих специалистов, привело к радикальному слоому существовавших в доцифровую эру производственных алгоритмов и моделей. Если механизация и автоматизация, по сути, представляли собой новые производственные технологии, пусть инновационные и прорывные для своего времени, то дигитализация идет намного дальше. Она «взрывает» экономическую систему изнутри, кардинально меняет ее структуру, приводя к коренному переустройству

бизнеса вообще (как системы производства, распределения, обмена и потребления материальных благ и услуг) и революционным образом трансформируя саму философию хозяйствования.

Ключевая характеристика систем, сконструированных на основе цифровых технологий, заключается в их совершенно беспрецедентной автономии от человека, что стало возможным благодаря развитию искусственного интеллекта и дистанционных форм коммуникации. Практически хрестоматийным примером использования таких технологий являются smart factories, или «умные фабрики». Они представляют собой производства, оборудованные системами общего управления предприятием, в рамках которых все или практически все процессы автоматизированы, автономизированы и саморегулируемы. Участие человека в таких производствах сведено к нулю – все необходимые функции машины выполняют самостоятельно. Благодаря новейшим технологиям, делающим возможной «коммуникацию вещей», то есть обмен информацией между искусственно-интеллектуальными системами, технологии заменяют человека на всех этапах производственного процесса, включая непосредственно выпуск продукции, мониторинг оборудования, предиктивное обслуживание и оптимизацию работы системы, подбор и обучение персонала, интеллектуальное управление и принятие решений, анализ эффективности функционирования предприятия и даже поиск потенциальных рынков сбыта. Иначе говоря, речь идет о модели коммуникации «машина – машина», осуществляемой в режиме реального времени и функционирующей в постоянном взаимодействии с внешней средой.

В последние годы тенденция к созданию таких производств заметно усиливается в Европе, США и Канаде. Учитывая, что процессы автоматизации в Беларуси также быстро набирают силу, а внедрение новейших технологий на базе ИКТ является важнейшим перспективным трендом развития нашей страны, понятно, что полностью или практически полностью автоматизированные производства и для нашей страны вопрос не слишком отдаленного будущего. Эта доселе беспрецедентная возможность организовать деятельность предприятий без привлечения живых работников, с одной стороны, представляет собой потенциальную точку роста для экономики и социума, с другой – новая, пока не изученная, а потому опасная, непредсказуемая и сложно прогнозируемая зона риска.

Итак, если в условиях автоматизации и тем более механизации можно было говорить только об ускорении и оптимизации производственных процессов, влекущих за собой рост их эффективности при сохранении базовых алгоритмов функционирования промышленности, то цифровая трансформация – это радикальное изменение не только темпов, но и самого содержания всех процессов, протекающих в производстве, экономике и обществе. В результате использования возможностей коммуникации в виртуальной или дополненной реальности создаются такие технологии, которые полностью преобразуют архитектуру производственных и социальных систем, кардинально меняют логику и характер связи между их структурными элементами, способствуют возникновению совершенно новых принципов организации и управления системами, приводят к фундаментальным трансформациям существующих моделей бизнеса, ведут к перераспределению активов и ресурсов (человеческих, организационных, компьютерных) внутри предприятий.

Происходящие преобразования настолько глубоки и масштабны, что становятся мощным фактором изменений во всех общественных институтах, в образе жизни людей и формах социальных отношений. Под их воздействием трансформируются все привычные практики, а соответствующие им понятия обретают новые смыслы, отражающие характер цифровой реальности, в которой существует современное общество. Труд, отдых, общение, обучение, идентичность начинают пониматься совсем иначе, нежели несколько десятилетий назад. Например, в условиях распространения дистанционных форм трудовой активности размываются понятия рабочего места, рабочего времени, трудовых отношений и самой работы. Труд все чаще ассоциируется у современного человека не с конкретным рабочим местом и определенным временным графиком, а с гибкой занятостью в условиях существенно возросшей свободы от территориальных или временных рамок. Отсюда вытекает еще одно важное следствие: размываются границы труда, обучения и отдыха, поскольку человек занимается всем одновременно, как бы существуя сразу в нескольких измерениях. Он может работать, пользуясь беспроводным Интернетом, лежа в шезлонге на берегу моря, а может эту дистанционную трудовую деятельность время от времени перемежать, например, с прослушиванием обучающего дистанционного курса в университете, расположенном в другой части света. Итак,

«умные» вещи, искусственный интеллект и виртуализация производственной среды до неузнаваемости изменяют не только сферу экономики, но и социальную реальность в целом.

Новые специальности для цифровой экономики

С одной стороны, цифровизация характеризуется рядом очевидных преимуществ. К ним относится прежде всего повышение оперативности и точности выполняемых задач и, следовательно, оптимизация и рост эффективности производственного процесса в целом, в результате чего происходит снижение временных и финансовых затрат на производство, то есть появляется возможность сократить себестоимость продукции и увеличить прибыль. А поскольку выпуск товаров удешевляется, падает и рыночная цена товаров и услуг и, следовательно, повышается их доступность для населения. Она возрастает еще больше за счет внедрения цифровых технологий в процессы реализации товаров и услуг. Учитывая, что рынок все больше виртуализируется, войти в него намного проще и менее затратно, чем было раньше. Организовать интернет-магазин или центр оказания услуг, создать витрину на базе той или иной интернет-площадки или аккаунта в социальных сетях намного легче, быстрее и дешевле, чем открыть «традиционную» торговую точку. Действительно, отпадает необходимость в приобретении либо аренде помещения, содержании штабта постоянных сотрудников, осуществляющих сопровождение бизнеса, обслуживание офиса и т.д. Упрощение процедуры выхода на рынок приводит к существенному увеличению числа продавцов (и, соответственно, росту предложения), что в свою очередь приводит к усилению конкуренции между ними и в конечном итоге способствует снижению цены на продукцию и услуги.

Использование новейших технологий также позволяет снизить аварийность производства, так как дает возможность заменить человека на рабочих местах, связанных с выполнением монотонного труда, требующего постоянной концентрации (диспетчеры, операторы производственных линий, регистраторы, охранники, операторы камер слежения и т.д.). Благодаря автоматизированным системам появляется возможность освободить человека от тяжелой физической работы, а также заменить его в некоторых

видах деятельности, связанных с нахождением в неблагоприятных, сложных, экстремальных условиях, сопряженных с угрозой здоровью и даже жизни (тушение пожаров, работа на большой высоте, в условиях высокого уровня радиации, шума и т.д.). Кроме того, такие системы имеют большой потенциал применения для решения задач, которые не могут быть выполнены людьми в силу ограниченности живого организма определенными пределами выносливости, физической силы, скорости и т.д.

Развитие и внедрение новых технологий будет способствовать возникновению новых профессий и созданию новых рабочих мест. Так, например, появление компьютера привело к открытию 15,8 млн рабочих вакансий в США с 1980 г., более 90% из них – это позиции, которые предполагают использование ПК за пределами сектора высокотехнологичных производств (колл-центры, сферы финансовой аналитики и инвентаризации) [2].

Очевидно, что с ускорением экономического развития потребность в работниках, обладающих новыми для рынка труда навыками, будет постоянно расти. По мнению специалистов Московской школы управления Сколково, к 2030 г. рынок рабочей силы пополнится 186 новыми профессиями [3]. Их возникновение диктуется самой спецификой новой цифровой реальности и характером технологий, появляющихся уже сейчас и перспективных в будущем.

Специалист по созданию виртуальных миров.

Виртуализация нарастает, и едва ли можно усомниться в том, что со временем эта тенденция будет только усиливаться. Люди все больше вовлекаются в опосредованные технические устройства практики труда, обучения, досуга и коммуникации. Уже сейчас можно не выходя из дома работать, посещать учебные занятия, знакомиться с экспозициями музеев, в режиме реального времени общаться с людьми, находящимися на других континентах, путешествовать, оплачивать услуги, делать покупки, проводить диагностику заболеваний и получать консультацию врача. Видимо, совсем скоро человек будет проводить в Интернете большую часть своего времени. Для того, чтобы комфортно и эффективно его организовать, и нужны дизайнеры виртуальных сред, инженеры-разработчики виртуального пространства и т.д.

Специалисты в области поддержания здоровья, замедления процессов старения. Население планеты довольно стремительно стареет, и вопросы обеспечения достойного качества жизни пожилых людей, поиска возможностей реализации их

потенциала в ближайшие десятилетия станут объектом пристального внимания ученых. Человечество будет активно работать над развитием технологий противодействия старению, поддержания здоровья и сохранения работоспособности в преклонном возрасте, поэтому уже в ближайшем будущем ожидается рост спроса на специалистов в области диагностической и превентивной медицины, генетики, биоинженерии, а также увеличение потребности в специалистах по работе с престарелыми людьми.

Эксперты в области альтернативной энергетики, специалисты по работе с системами управления климатом. Поскольку невозобновляемые источники энергии все больше истощаются, вопросы использования технологических возможностей современных обществ для поиска альтернативной замены природных энергоносителей уже сейчас осознаются как чрезвычайно важные и требующие принятия незамедлительных мер. В этой связи экономикам потребуется большое количество специалистов соответствующего профиля.

Экологи. Острота экологических проблем растет огромными темпами. Многие исследователи сходятся во мнении, что мир находится на пороге глобальной катастрофы, поскольку изменения в биосфере становятся необратимыми и затрагивают фундаментальные принципы функционирования и воспроизводства экосистемы. Очевидно, что в этом контексте возникает проблема выработки новых подходов к построению взаимоотношений между человеком и природой, актуализируются вопросы поиска путей более разумного и щадящего использования природных ресурсов. Борьба с изменениями климата и выработка новых способов природопользования становятся важнейшими стратегическими направлениями государственной политики многих стран и целью реализации крупнейших международных проектов и программ. Поэтому спрос на специалистов в области экологических проблем будет экстенсивно расти уже в ближайшие 10 лет, а в дальнейшем этот тренд будет только усиливаться.

Специалисты по развитию городской среды. В ближайшие десятилетия ожидается дальнейший отток населения в города, поэтому рынок труда пополнится многочисленными рабочими местами для урбанистов, экологов городской среды, специалистов в области городской архитектуры и планирования пространства городов, юристов, специализирующихся на городских проблемах.

Эксперты в области робототехники и искусственного интеллекта. Усиленное развитие робототехники – актуальный тренд последних десятилетий. Уже сейчас роботов активно используют не только на производстве, но и в быту. Роботы-пылесосы и роботы-газонокосильщики уже есть в распоряжении многих семей и давно перестали ассоциироваться с чем-то редким и экзотическим. Рост распространенности роботизированной техники, в свою очередь, актуализирует потребность в специалистах по установке, настройке, обслуживанию и ремонту роботов и систем искусственного интеллекта.

Операторы беспилотного транспорта. Специалисты, изучающие перспективные тренды развития обществ, единодушны в том, что замена управляемых транспортных средств беспилотными – вопрос ближайшего будущего. В ряде городов планеты они уже доступны и пользуются довольно высоким спросом среди населения, хотя по большей части самопilotируемый транспорт пока работает в тестовом режиме и на ограниченных участках транспортных путей. Тем не менее с 2011 г. в лондонском аэропорту Хитроу можно воспользоваться услугами автономных маршрутных такси, в Шанхае уже на протяжении нескольких лет курсирует беспилотный поезд на магнитной подушке, в 2018 г. сервисы беспилотных такси запущены в Дубае и Токио, а автоуправляемые автобусы взяли на себя часть пассажирских перевозок в Сиднее и Стокгольме [4]. На текущий год запланирован запуск беспилотного трамвая в Москве, там же пройдут испытания самопilotируемого автотранспорта в условиях реальных дорог [5]. Кроме того, уже сегодня реализуется ряд проектов, ориентированных на внедрение автономных автомобилей на массовых потребительских рынках. Такие всемирно известные автогиганты, как Tesla, General Motors, Google, Cognitive Technologies, BMW, Audi, Honda, Volvo, Ford, Toyota и ряд других, в настоящее время работают над созданием беспилотных автомобилей, поставку которых на массовый рынок планируется начать в ближайшие годы. Все это значит, что вопрос подготовки специалистов в этой области возникнет в самое ближайшее время – речь здесь даже не о десятилетиях, а всего о нескольких годах. В ряде образовательных учреждений такая подготовка уже ведется, например в Московском авиационном институте недавно запущен курс обучения пилотов автономных транспортных систем [5].

Операторы 3D-принтеров. Эти новейшие устройства, которые в сжатые сроки могут «напечатать» объект практически любой сложности из бетона, пластика, металла, стекла, биокomпозитных и иных видов материалов, при этом экономя время и финансовые ресурсы, производя меньше мусора и добываясь более эффективного результата за счет использования сверхточных расчетов и алгоритмов, неизбежно обрекают традиционные способы строительства на невостребованность и забвение. Эксперты утверждают, что реализация технологии 3D-печати позволяет сократить потребность в рабочей силе на 70%, удешевить изделия на 90% и снизить временные затраты на 80% [6]. Эти революционные для строительной отрасли изменения, безусловно, отразятся на структуре рынка труда, который будет все больше нуждаться в специалистах указанного направления. Уже сейчас на сайтах по поиску работы (в том числе и в соседней России) объявления о поиске оператора 3D-принтера – достаточно частое явление, а в ближайшие 10–20 лет такие профессионалы, по прогнозам экспертов, войдут в число самых востребованных на рынке рабочей силы.

Специалисты в области интернет-торговли. Развитие торговли посредством Интернета стремительно набирает обороты, а виртуальный шопинг на данный момент – один из самых быстрорастущих видов онлайн-активности современных пользователей Глобальной сети. Многие торговые организации, проанализировав все преимущества виртуальной торговли, делают ставку на нее, отказываясь от содержания традиционных торговых объектов. К концу 2019 г. общий объем продаж интернет-магазинов по всему миру, по прогнозам, должен достичь 2 трлн долл., что на 6 п.п. больше, чем в 2018 г. К 2020 г. в мире ожидается удвоение общего объема продаж в сфере интернет-торговли по сравнению с показателями 2017 г. Почти половина всего товарооборота в рамках e-commerce принадлежит Китаю, второе место – Северной Америке, третье – США. Лидерами интернет-торговли в Европе являются Великобритания, Германия и Франция, на долю которых приходится свыше 80% всех онлайн-продаж в регионе [7].

Темпы развития электронной торговли в Беларуси, безусловно, намного ниже, чем в США и Северной Америке, а также в Центрально-Европейском и Восточно-Азиатском регионах. Число интернет-магазинов в нашей стране с начала 2018 г. увеличилось на 10%, на данный момент зарегистрировано более

17 тыс. виртуальных торговых точек [8]. Совершают покупки в Сети 44% белорусов; как правило, они приобретают одежду, обувь и аксессуары, технику и электронику, продукты питания, косметику и парфюмерию, товары для детей, билеты на мероприятия [9].

По прогнозам аналитиков, рынок интернет-торговли и дальше будет демонстрировать устойчивый рост, а значит, спрос на продавцов, консультантов, дизайнеров по оформлению онлайн-витрин, менеджеров по продвижению продуктов и услуг, удержанию клиентов в этой сфере также будет стабильно увеличиваться.

Специалисты в области космических технологий.

Бурное технологическое развитие современного мира создает широкие возможности для реализации таких программ и проектов, еще совсем недавно казавшихся абсолютно невыполнимыми. Это касается и космонавтики, которая благодаря новым технологическим возможностям за короткий срок сделала огромный шаг вперед. Ряд идей и проектов, разработанных и предложенных учеными-изобретателями ранее, но еще несколько лет назад считавшихся нереальными из-за невозможности своего технического воплощения, сегодня становятся вполне осуществимыми. Так, например, Япония заявила о запуске масштабного и амбициозного проекта сроком на 25 лет – создании космической электростанции, работа уже ведется [10].

Эксперты утверждают, что если данная отрасль в ближайшие несколько десятков лет будет получать достаточно ресурсов, то к 2035 г. может быть построена база на Луне и начаты попытки разработки ресурсов на ближайших космических объектах. Для реализации этой задачи потребуются космогеологи – специалисты по разведке и добыче полезных ископаемых на Луне и астероидах. Подготовкой космогеологов уже занимается ряд российских вузов, в том числе Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный университет и некоторые другие. По мнению ученых, в условиях открывающихся перед человечеством перспектив освоения космоса ожидается возникновение также профессии космобиолога, в сферу компетенции которого будет входить исследование поведения разных биосистем в условиях космоса и разработка устойчивых космических экосистем для орбитальных станций, лунных баз и длительных перелетов [12]. Кроме того, поскольку колонизация

других планет уже оценивается рядом исследователей как вполне реальная, хотя и довольно отдаленная перспектива, то не исключено, что в ближайшие несколько десятилетий рынку труда понадобятся и проектировщики жизненного цикла космических сооружений [11].

Наряду с государственными и межгосударственными программами развития космонавтики происходит активная коммерциализация космоса. В ближайшее время ожидается увеличение количества частных космических стартапов по организации коммерческих орбитальных туристических полетов [12]. Ряд проектов, в области индустрии космотуризма уже ведется. Ни один из них пока не выведен на стадию коммерческого использования, но, согласно мнению экспертов, это вопрос ближайшего будущего. ■

Продолжение в следующем номере

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP/248. – United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. – 2017.
2. Manyika J., Lund S., Chui M., Bughin J. et al. Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages // Annual report of the McKinsey Global Institute // <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages/>.
3. Атлас новых профессий. Московская школа управления Сколково. Агентство стратегических инициатив // <http://atlas100.ru/>
4. Беспилотные автомобили. Мировой рынок. Деловой портал «TAdviser. Государство. Бизнес. IT» // <http://www.tadviser.ru/index.php>
5. Какие профессии станут востребованы через десятилетие, а какие исчезнут? – Телепроект «Будущее за углом» // <https://www.1tv.ru/shows/budushee-za-uglom/vypuski/kakie-professii-stanut-vostrebovany-cherez-desyatiletie-a-kakie-ischeznut>.
6. Новая профессия – оператор строительного 3D принтера // Строительный портал новых технологий // <http://taratutenko.ru/novaya-professiya-v-operator-stroitel'nogo-3d-printera.html>.
7. Федоричак В. Интересные факты об интернет-торговле в мире в 2019 году // В. Федоричак // <https://lemarbet.com/razvitie-internet-magazina/interesnye-fakty-ob-internet-torgovle/#>
8. Интернет-магазины переживают бум // Онлайн-версия аналитической газеты «Белорусы и рынок». Июль 26, 2018 // <http://www.belmarket.by/internet-magaziny-perezhivayut-bum>.
9. Что, где, сколько и как покупают белорусы в интернете. Исследование e-data.by // Специализированный интернет-ресурс о розничной торговле и e-commerce в Беларуси «BellRetail.by» // <https://belretail.by/article/gde-skolko-i-kak-pokupayut-belarusyi-v-internete-issledovaie-e-data-by>.
10. Хель И. 2050 год: инфраструктуры будущего // И. Хель // <https://hi-news.ru/technology/2050-god-infrastruktury-budushhego.html>.
11. Космос как предчувствие: 4 профессии будущего, связанные с покорением других планет // <https://theoryandpractice.ru/posts/13061-new-cosmic>.
12. Макарова Д. Ю. Развитие частного бизнеса в ракетно-космической отрасли: тенденции и перспективы // Д. Ю. Макарова // Экономический анализ: теория и практика. 2015. №25. С. 57–71.

 <http://innosfera.by/2019/06/economy>

Тенденции мировой торговли в контексте цифровой глобализации

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы развития мировой торговли в последние годы, выявлены сформировавшиеся тенденции в контексте цифровой глобализации, показано региональное распределение товарных потоков и их структура. Особое внимание уделено рассмотрению процессов, происходящих в мировой торговле услугами, дана оценка влияния информационных технологий на становление и динамику этих процессов.

Ключевые слова: мировая торговля, информационные технологии, цифровая экономика, торговля товарами, торговля услугами.



Сергей Михневич,
руководитель Центра
мировой экономики
Института экономики
НАН Беларуси,
доктор экономических наук

Для мировой торговли в последние девять лет характерна волнообразная динамика развития. В период с 2011 по 2014 г. темпы роста торговли в стоимостном выражении колебались между 1,3 и 3,0%, затем наблюдались ее спад в течение двух лет (2015–2016 гг.) и новый подъем (2017–2018 гг.) (рис. 1). Эти показатели существенно уступают аналогичным значениям 2001–2008 гг., когда совокупный среднегодовой темп роста (CAGR) составлял 12,5%.

В количественном выражении объем мировой торговли товарами и услугами в 2010–2018 гг. увеличился всего лишь в 1,3 раза – с 38,4 трлн долл. в 2010 г. до 50,6 трлн долл. в 2018 г. (рис. 1).

Совокупный среднегодовой темп роста экспорта товаров в 2010–2017 гг. составил 1,6%, в стоимостном выражении его объем увеличился на 2,4 трлн долл. (рис. 2).

Сокращение стоимостных объемов мировой торговли в период 2014–2017 гг. объясняется главным образом резким снижением цен на сырьевые товары (табл. 1).

К фактору низких цен на сырье добавились также такие факторы, как снижение экономических показателей в развитых странах, колебания курсов основных мировых валют, влияние политических кризисов, что в совокупности привело к сокращению потребления, объемов импортируемых товаров и услуг и, как следствие, уменьшению экспорта.

В первую шестерку мировых экспортеров товаров в 2017 г. входили Китай (объем 2263 млрд долл.), США (1547 млрд долл.), Германия (1448 млрд долл.), Япония (698 млрд долл.), Голландия (652 млрд долл.), Южная Корея (574 млрд долл.). Шестерку ведущих мировых импортеров товаров в 2017 г. составили США (объем импорта 2409 млрд долл.), Китай (1842 млрд долл.), Германия (1167 млрд долл.), Япония (672 млрд долл.), Великобритания (644 млрд долл.), Франция (625 млрд долл.) [1].

В региональном аспекте наиболее динамично торговля товарами развивалась в странах Европы, Азии и Северной Америки (рис. 3).

Согласно оценкам экспертов Конференции ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД), за последние годы развивающиеся и экономически развитые страны стали менее специализированными в экспорте товаров. Иначе говоря, экспорт из этих стран стал более разнообразным. Характерным примером здесь может служить Бразилия, которая является крупным экспортером как сырьевых, так и готовых промышленных товаров.

Торговля услугами продолжала рост, достигнув в 2018 г. 11,3 трлн долл., что на 15,0% больше, чем в 2015 г., когда наблюдался незначительный спад торговых отношений в данном сегменте глобальной экономики.

Наиболее успешно развивались туристические и транспортные услуги. Туристические услуги в 2018 г. выросли на 8,2% по сравнению с 2017 г., а рост транспортных услуг за тот же период составил 7,4% (табл. 2).

В шестерку ведущих мировых экспортеров услуг в 2017 г. вошли

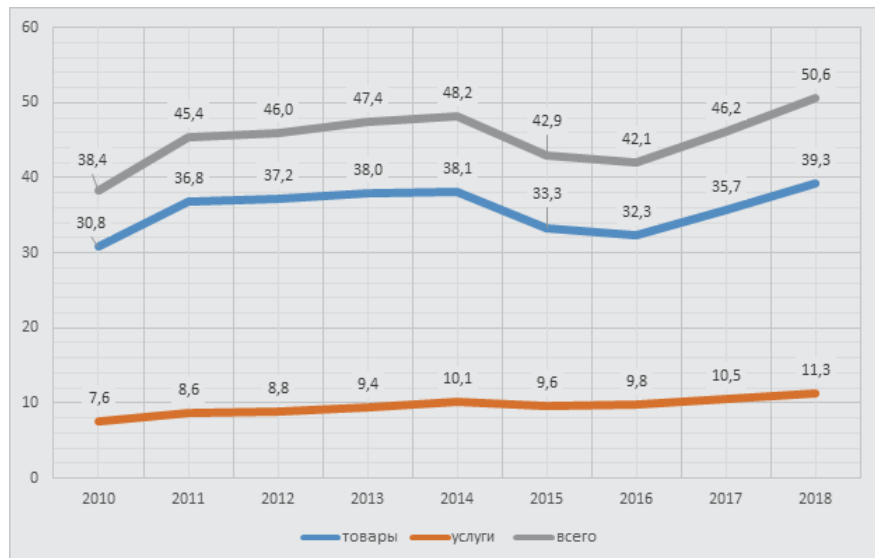


Рис. 1. Динамика мировой торговли товарами и услугами в 2010–2018 гг., трлн долл. Составлено автором по [1]

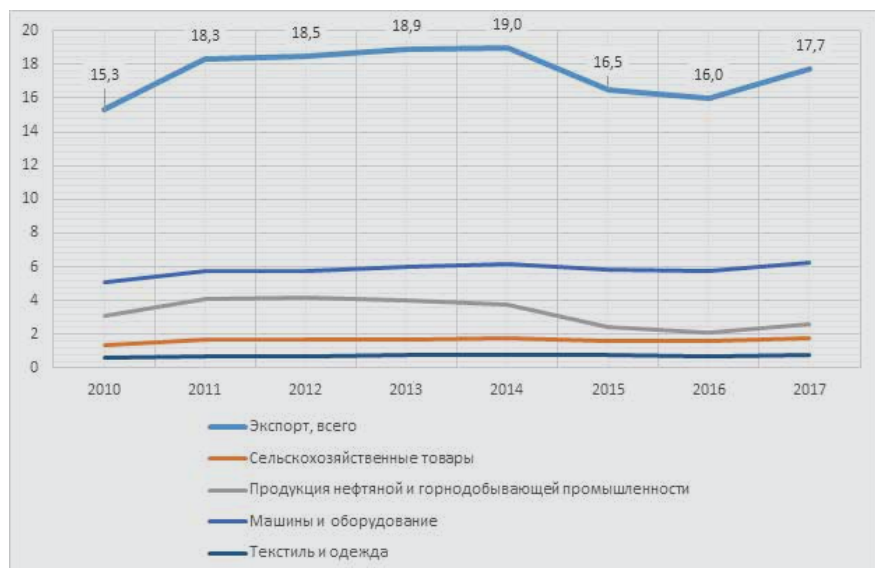


Рис. 2. Динамика мирового экспорта товаров по укрупненным группам в 2010–2017 гг., трлн долл. Составлено автором по [1]

2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
24,7	28,6	-3,0	-3,8	-7,9	-36,1	-9,7	17,8	17,1

Таблица 1. Изменение мировых цен на сырьевые товары, % к предыдущему году Составлено автором по [3]

Услуга	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Туризм	0,96	1,08	1,12	1,21	1,27	1,21	1,24	1,34	1,45
Транспорт	0,82	0,89	0,91	0,94	0,99	0,90	0,87	0,95	1,02

Таблица 2. Динамика мирового экспорта туристических и транспортных услуг в период с 2010 по 2018 г., трлн долл. Составлено автором по [1]

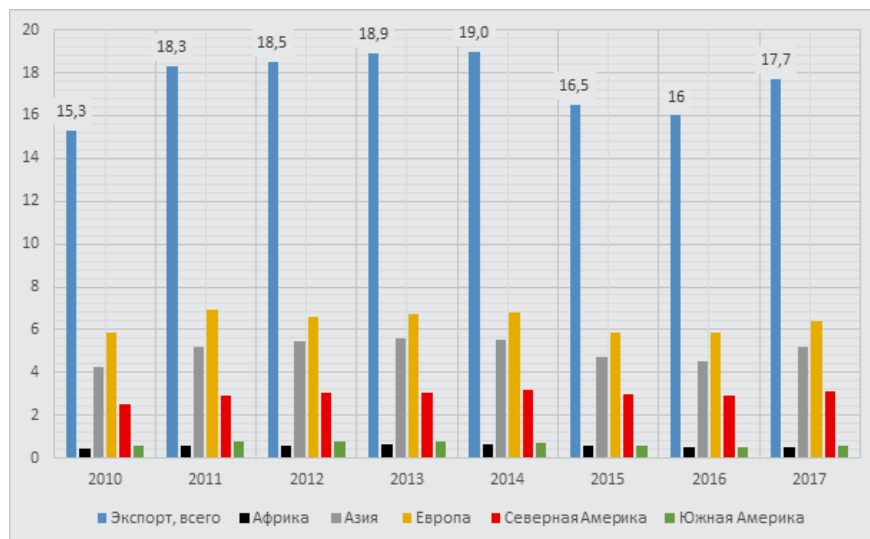


Рис. 3. Распределение мирового экспорта товаров по основным регионам мира в период с 2010 г. по 2017 г. Составлено автором по [1]

США (объем экспорта 762 млрд долл.), Великобритания (347 млрд долл.), Германия (300 млрд долл.), Франция (248 млрд долл.), Китай (226 млрд долл.), Голландия (216 млрд долл.). Среди импортеров услуг первые позиции занимают

Страна	Доля сектора услуг в ВВП страны, %
Великобритания	80,4
США	70,2
Греция	80,0
Франция	77,9
Бельгия	77,5
Португалия	75,7
Латвия	75,2
Испания	74,2
Бразилия	72,8
Канада	70,2
Япония	69,3
Германия	68,3
Россия	62,3
Индия	61,5
Китай	52,2

Таблица 3. Доля услуг в валовом внутреннем продукте некоторых стран мира в 2017 г.

Составлено автором по [3]

США (объем импорта 516 млрд долл.), Китай (464 млрд долл.), Германия (322 млрд долл.), Франция (240 млрд долл.), Голландия (211 млрд долл.), Великобритания (210 млрд долл.) [1].

Торговля услугами, как и торговля товарами, более динамично развивалась в регионе Европы, Азии и Северной Америки, о чем свидетельствуют данные, приведенные на рис. 4.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что стоимостные объемы мировой торговли услугами в 3,5 раза меньше, чем стоимостные объемы глобальной торговли товарами. И этот разрыв сохраняется, несмотря на тот факт, что для структуры экономик подавляющего числа стран характерно увеличение доли непродовольственной сферы в валовом внутреннем продукте (ВВП).

Согласно оценкам экспертов ЮНКТАД, доля отрасли услуг в мировом ВВП в 2018 г. достигла 73%, что является рекордным показателем. В табл. 3 отражена доля отрасли услуг в ВВП некоторых стран мира в 2017 г.

Важно отметить, что в последние два десятилетия на мировом рынке товаров и услуг появились мощные «игроки» из группы развивающихся стран, такие как Китай, Индия, Бразилия, Таиланд, Южная Африка, с которыми приходится считаться всем остальным участникам глобальных торгово-экономических отношений. Китай, в частности, стал крупнейшим экспортером в мире.

Безусловно, изменения, происходящие в глобальной экономике, во многом обусловлены ростом мировой торговли товарами информационных технологий (ИТ-товаров). Этот рынок развивается наиболее динамично, его стоимостной объем за 20 лет увеличился в три раза – с 548,2 млрд долл. в 1996 г. до почти 1,7 трлн долл. в 2015 г.

Сегодня самым крупным экспортером товаров информационных технологий является Китай, на долю которого приходится более трети мировых поставок. В 1996 г. КНР занимала лишь восьмую позицию в списке ведущих экспортеров ИТ-продукта, но за 20 лет объем китайского экспорта в данном сегменте мирового рынка увеличился более чем в 48 раз (табл. 4).

В последнее десятилетие в первую десятку экспортеров ИТ-продукции стремительно ворвался Вьетнам, демонстрируя самые впечатляющие среднегодовые темпы роста экспорта – примерно 50% в год [2].

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что динамичное развитие ИТ-отрасли в мире происходило вопреки распространенному убеждению о том, что вновь создаваемые производства необходимо защищать от внешней конкуренции

с помощью таможенных барьеров. Как известно, в 1997 г. в рамках многосторонней торговой системы ГАТТ/ВТО было подписано Соглашение по информационным технологиям, положения которого позволили сформировать правовую основу беспшлинной торговли ИТ-товарами. Сфера действия документа охватывает около 200 их наименований, а почти 97% глобальной торговли товарами информационных технологий приходится на полноправных участников данного Соглашения.

Показателен тот факт, что доля ИТ-продукции в общем объеме мирового товарного экспорта достигла 10%, превзойдя долю товаров сельскохозяйственного производства, автомобилестроительной отрасли, текстильных товаров и одежды, фармацевтических товаров, стали и черных металлов (рис. 5).

Широкое использование информационных технологий существенно повлияло не только на структуру мировой торговли, но и на способы торговли. Природа конкуренции на цифровых и традиционных рынках существенно отличается. В первом случае конкурируют инновации, а во втором – цены на аналогичные товары.

В докладе ЮНКТАД об информационной экономике отмечается, что общий объем мировой электронной торговли в 2015 г. составил 25,3 трлн долл. [3]. Однако данные существенно различаются по странам, а также по способам и методологии их обработки, поэтому достоверность официальной статистики интернет-коммерции оставляет желать лучшего.

Согласно исследованиям компании Statista, глобальный рынок розничной электронной торговли

№	Страна	Объем экспорта, млрд долл.			
		1996	2005	2010	2015
1	Китай	11,3	186,8	386,5	545,5
2	ЕС	170,0	333,2	267,4	264,5
3	США	108,6	133,3	133,6	148,7
4	Сингапур	38,1	103,9	122,5	115,7
5	Тайвань	33,4	66,0	100,6	115,7
6	Корея	25,6	78,3	97,9	115,7
7	Япония	81,9	98,7	84,5	66,1
8	Малайзия	21,7	56,2	60,5	66,1
9	Вьетнам	0,0	66,1
10	Мексика	9,5	25,0	37,5	49,6
	Весь мир	548,2	1288,4	1406,4	1653,7

Таблица 4. Ведущие страны-экспортеры ИТ-товаров. Источник: Данные Секретариата ВТО



Рис. 5. Доля товаров информационных технологий в общем объеме мирового товарного экспорта, %, 2015. Составлено автором по [1]

Сегмент	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
B2C	1058	1233	1471	1700	1922	2143	2356
B2B	5271	5826	6449	6906	7300	7661	8032

Таблица 5. Мировой объем электронной коммерции в сегментах B2C и B2B в 2012–2018 гг., млрд долл. Составлено автором по [4]

в сегменте B2C (бизнес для потребителя) развивается достаточно динамично и в 2018 г. превысил отметку в 2,35 трлн долл.; сегмент B2B (бизнес для бизнеса) показывает еще более впечатляющую статистику – 8,03 трлн долл. (табл. 5).

Глобальные продажи электронной коммерции демонстрируют ежегодный рост в среднем 12,1%

в сегменте B2C и 6,2% – в B2B, что рассматривается как устойчивая тенденция.

Интересной видится статистика интенсивности распределения электронной коммерции по секторам экономики в 2017 г. Данные табл. 6 указывают на то, что компании, осуществляющие деятельность в сфере услуг, более

Разновидность торговой сделки	%
Продажа туристических услуг	57
Торговля компьютерными программами	56
Реализация услуг связи	54
Продажа музыкальных записей	50
Ремонт телекоммуникационного оборудования	43
Бронирование отелей	40
Оптовая торговля	30
Продажа результатов научно-технической деятельности	28
Торговля недвижимостью	26
Торговля автомобилями и мотоциклами	25

Таблица 6. Интенсивность электронной торговли по секторам экономики, % от общего объема торговли в данном сегменте в 2017 г.

Составлено автором на основе статистической информации Европейской комиссии

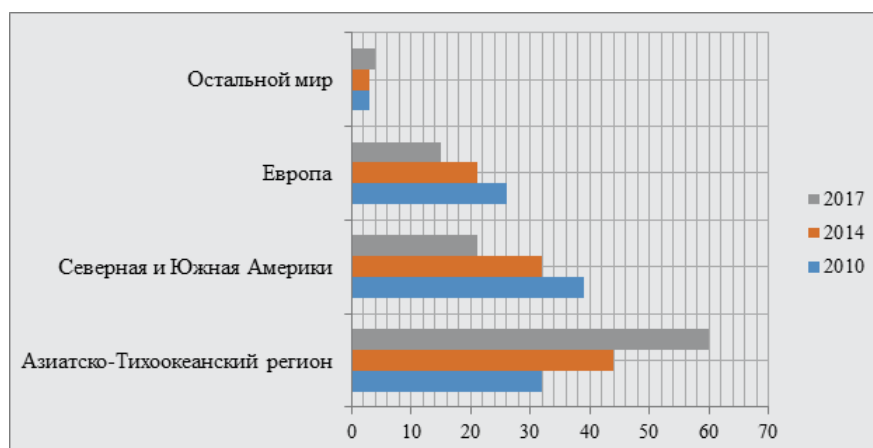


Рис. 6. Региональное распределение потоков электронной коммерции в 2010–2017 гг., %

Составлено автором на основе статистических данных Секретариата ОЭСР и компании Ecommerce Foundation

активно использовали возможности электронной коммерции по сравнению с компаниями – производителями товаров [5].

Анализ регионального распределения потоков электронной коммерции свидетельствует о тенденции увеличения в ней доли Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) и снижении активности американского и европейского регионов. За последние годы доля стран АТР в глобальном объеме электронной коммерции возросла до 60%, при снижении доли стран Америки и Европы до 21 и 15% соответственно (рис. 6).

Цифровые технологии в мировой торговле позволяют снизить торговые издержки, а также минимизировать влияние на торговлю таких факторов, как расстояние, языковой барьер, правила регулирования. Они

помогают покупателю определиться с предпочтениями в отношении товара или услуги, в поиске необходимых товаров и услуг, оценках их качества, репутации поставщика.

Таким образом, главной движущей силой роста мировой торговли являются прорывные научно-технические достижения. На данном этапе развития – это информационно-коммуникационные технологии, которые в совокупности с повышением качества рабочей силы стали определяющими факторами развития глобальной экономической системы. Во многих странах мира цифровые технологии определены в качестве локомотива, обеспечивающего стабильные экономические показатели развития, повышение производительности труда, создание новых рабочих мест, решение перспективных задач в области образования, здравоохранения, защиты окружающей среды.

Отрасль услуг стала инновационной, приоритетной, обеспечивающей стабильный экономический рост, увеличение занятости и повышение жизненного уровня населения.

Тенденции, сформировавшиеся в мировой торговле, следует учитывать в процессе реализации внешнеэкономической политики страны, определяя средние и долгосрочные перспективы ее развития. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. World Trade Statistical Review 2018, WTO. – Geneva, 2018.
2. World Trade Report 2018, WTO. – Geneva, 2018.
3. Information Economy Report 2017. Digitalization, Trade and Development. UNCTAD. – New York, Geneva, 2017.
4. B2C e-commerce sales worldwide from 2012 to 2018 // <https://www.statista.com/statistics/261245/b2c-e-commerce-sales-worldwide/>.
5. Trade and Development Report 2018, UNCTAD. – Geneva, 2018.
6. <https://data.oecd.org/> и <https://www.ecommercefoundation.org/reports>.

SEE http://innosfera.by/2019/06/world_trade

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Аннотация. В современном обществе существуют противоречивые взгляды на методы ведения сельского хозяйства и агропромышленного производства. С одной стороны, идет активная агитация за экологизацию этого процесса для снижения негативной нагрузки на окружающую среду и здоровье человека. С другой – существует объективная необходимость обеспечения человечества продовольствием, что невозможно без интенсивных технологий. В статье выделены общие тенденции развития аграрного сектора, определены возможные направления развития будущего производства продуктов питания, проанализированы их основные преимущества и недостатки, выявлены глобальные угрозы каждого подхода.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, народонаселение, располагаемые земельные ресурсы, демографический кризис, агропромышленные предприятия.

Для цитирования: Гусаков Г. Сельское хозяйство: прошлое, настоящее, будущее // Наука и инновации. 2019. №6. С.69–74.
<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-6-69-74>

Окончание. Начало в №5 2019 г.



Гордей Гусаков,

заведующий сектором
продовольственной
безопасности
Института системных
исследований в АПК
НАН Беларуси,
кандидат
экономических наук

В мире проведено огромное количество исследований, посвященных сравнению органического (экологически чистого) сельского хозяйства с традиционным. Специалисты пытаются определить неоспоримые преимущества каждого из этих подходов. Так, доля органического сельского хозяйства в мире в стоимостном выражении составляет примерно 2,8%. В то же время доля угодий, задействованных под него, в общем объеме сельскохозяйственных земельных ресурсов составляет примерно 0,4% (сопоставление данных [9] и статистики

о мировом сельском хозяйстве [18]). То есть экономическая отдача органического сельского хозяйства гораздо выше традиционного.

Приверженцы экологически чистого сельхозпроизводства, основанного на принципах органического земледелия, акцентируют внимание на том, что продукция, полученная таким образом, безопасна для здоровья человека и окружающей среды. По этому поводу американский ученый и врач Дена Бравата отмечает, что в ходе исследований по сравнению органических и неорганических продуктов установлено, что, во-первых, в 33% случаев бактерии, содержащиеся в неорганических продуктах, устойчивы к антибиотикам; во-вторых, вероятность содержания в органических продуктах остаточных пестицидов на 30% ниже, однако их содержание в обеих группах было очень незначительным [8, 14]. В свою очередь противники данного направления, например исследователи университета Миннесоты, отмечают, что вероятность заразиться сальмонеллезом от овощей, выращенных на органическом поле, в 3–5 раз выше, чем от овощей традиционного земледелия [13].

Многие специалисты склоняются к тому, что экологически чистое сельское хозяйство значительно уступает традиционному в урожайности с единицы площади земли [11, 19, 20]. Кроме того, для производства сопоставимого с традиционным земледелием объема продукции органическому нужно значительно больше площадей [21]. К органической форме производства прибегают чаще в хозяйствах, главным образом нацеленных на получение кормов [11]. Кроме того, согласно позиции известных ученых, если повсеместно перейти на органическую систему земледелия, то свыше 3 млрд чел. останутся без продуктов питания [1].

Альтернативой возврату к экологически чистому сельскому хозяйству может стать зеленая революция 2.0. Напомним, что результатом первой зеленой революции стал значительный рост урожайности в различных регионах мира, однако он был



<https://rei.com/real-assets-adviser/>

недостаточно эффективным. Поэтому в настоящее время остаются актуальными задачи по увеличению урожайности посредством внедрения новых технологий. Активно проводятся научные исследования для минимизации негативных или неполных эффектов. Широко используются технологии направленной селекции ДНК-маркеров, быстро развивается междисциплинарная агроэкология, изучаются возможности замещения вредоносных компонентов в уже применяемых технологиях, а также предлагаются абсолютно новые, основанные на инновационных платформах и результатах научных открытий и пр. [16].

Не стоит забывать и об угрозах, исходящих от микромира. Примером может послужить современное свиноводство, многие хозяйства столкнулись с проблемой африканской чумы свиней. Эта ситуация вынудила фермеров большинства стран отказаться от свиноводческих комплексов открытого типа в пользу содержания с частичной изоляцией

от внешней среды. Также существует огромное количество типов вирусов растений, способных существенно снизить урожайность. Одним из методов решения проблемы стало производство в лабораторных условиях такого посевного материала, в котором вирусы долгое время не смогут проявлять активность. К промышленному использованию предлагаются технологии, повышающие эффективность усвоения растениями вносимых удобрений, а также технологии по частичному замещению синтетических средств защиты растений биологическими альтернативами. Так, широкую известность приобрели микроорганизмы, эффективные для растениеводства. Это свободные азотфиксирующие и фосфатмобилизующие бактерии, антагонистические микроорганизмы, биоинсектициды.

Кроме того, в научной литературе и средствах массовой информации представлены исследования Иллинойского университета (США), в которых отмечается, что фермент генома стандартного растения RuBisCO в процессе фотосинтеза примерно в 20% случаев использует кислород вместо углекислого газа. При этом образуется токсичное для растений соединение, оказывающее негативное влияние на его рост и развитие. Ученые предложили альтернативные укороченные маршруты фотодыхания и внедрили их при помощи генетических конструкций. В результате было установлено, что модифицированные растения развиваются быстрее обычных и их биомасса на 40% больше. Поэтому в перспективе планируется испытать эту технологию на различных сельскохозяйственных культурах [15]. Однако реализация подобных инноваций на практике потребует дополнительного изучения и согласования с регулирующими органами, что может затянуться на десятки лет.

Еще один пример – производство синтетических продуктов питания, в частности так называемого мяса из пробирки. В проводимых исследованиях отмечается, что при создании искусственного мяса используется на 95% меньше земли, на 74% – воды, на 87% сокращается выброс парниковых газов [6].

Технологии производства синтетических продуктов питания аналогичны перспективным биоинженерным, например по выращиванию биологических донорских органов и тканей, интенсивное развитие которых ожидается в медицине в будущем.

Таким образом, можно предположить, что реализация Зеленой революции 2.0 не просто потребует модернизации имеющейся материально-технической

базы, но и приведет к созданию крупных кооперативно-интеграционных формирований с высокой долей применения инноваций, основанных на межатраслевом взаимодействии, для этого нужна более тесная связь триады бизнеса, науки и государства.

Разработка новых технологий производства продуктов питания будущего подразумевает активное использование биотехнологий, в том числе их основных инструментов – био- и генетической инженерии. Уже сегодня посевы генетически модифицированных культур в мире составляют более 12% от всех посевных площадей. Специалисты утверждают, что с момента появления ГМО в 1996 г. по 2015 г. в странах, возделывающих трансгенные культуры, таких как США, Канада, Бразилия, Аргентина, Индия и др., прибыль от растениеводства увеличилась на 52%, значительно повысилась урожайность [5].

Вместе с новыми достижениями в обществе растет страх перед трансгенными продуктами, постепенно завоевывающими мировой рынок. Однако если обратиться к истории данной проблемы, становится ясно, что гибриды («мутанты»), вызывающие страх у потребителей сегодня, используются в сельском хозяйстве уже более ста лет. Многие сорта пшеницы были получены с помощью искусственного мутагенеза еще в начале прошлого века. Хорошо знакомой всем клубники не существовало в природе – это искусственно созданный октоплоид, в котором собрано четыре различных генома [5].

Селекция – очень длительный процесс, в результате которого формируется либо новый сорт, либо гибрид первого поколения – более урожайный, устойчивый к заболеваниям и стрессам и пр. На это уходят десятки лет, и в итоге лишь один из тысячи перспективных образцов попадает в систему государственного реестра. Для генных инженеров достаточно всего год-два, чтобы получить нужный результат. При этом в качестве объектов для вставки генов с новыми признаками используются самые высокотехнологичные сорта и гибриды, выведенные селекционерами. То есть селекция и генетическая инженерия – звенья одной цепи. По этому поводу заведующий кафедрой ботаники, селекции и семеноводства садовых растений РГАУ МСХА им. Тимирязева доктор сельскохозяйственных наук С. Г. Монахос говорит так: «...все биотехнологии в растениеводстве направлены на то, чтобы либо ускорить селекцию, либо усовершенствовать ее» [5].

Противники данных технологий считают, что ГМО представляет реальную угрозу для человека.

Президент российской общественной некоммерческой организации «Общенациональная ассоциация генетической безопасности» (ОАГБ) А. С. Баранов отмечает, что внедрение в уже существующий генетический аппарат несвойственных генов или генных комплексов ведет к нарушению работы всего генома, адаптированного в процессе эволюции [5]. Более того, на протяжении последних десятилетий в мире проводилось множество различных испытаний воздействия ГМО на лабораторных животных. Некоторые из них потрясли общественность своими крайне негативными результатами. Так, у животных наблюдались явные отклонения в развитии, они были усыпаны раковыми опухолями и пр. Директор ОАГБ Елена Шаройкина акцентирует внимание на том, что ГМО небезвредно, и все большее количество независимых исследований подтверждает негативное воздействие трансгенных продуктов на организм – это бесплодие, онкология, изменение внутренних органов и пр. [5].

Официальная наука, однако, до сих пор не признала ни одного результата подобных экспериментов. Так, выводы ученых – противников ГМО были опровергнуты в силу ряда ошибок, допущенных при их проведении. Например, выяснилось, что объектом некоторых исследований, результаты которых были крайне тревожными, являлись опытные животные как модельный объект для лечения раковых опухолей или других заболеваний (болезни Паркинсона, депрессии, шизофрении и др.), и в этом случае патологии должны были возникать вне зависимости от той еды, которой кормили животных [5]. Ученые утверждают, что в будущем технологии генетической инженерии войдут в рутинную медицинскую практику и позволят эффективно бороться с наследственными, генетическими, онкологическими и прочими заболеваниями. Поэтому многие





представители науки уверены, что трансгенная еда совершенно безвредна в силу того, что перед тем как попасть к конечному потребителю, она подвергается молекулярно-генетическим исследованиям, проходит тесты на биобезопасность на нескольких поколениях различных лабораторных животных. За годы тестирования во Всероссийском НИИ питания не было выявлено ни одного случая негативного влияния трансгенной еды на организм. Кроме того, в Российской Федерации на законодательном уровне обязательной маркировке подлежат продукты питания, доля ГМО в которых превышает 0,9% [5].

Опасно ли в глобальном смысле ГМО или нет, науке еще предстоит выяснить, а обществу принять доказательство. Но уже сейчас подтверждается реальная угроза генетически модифицированных организмов. Например, создавая суперсорты растений, человек посредством перекрестного опыления может получить суперсорняки. Они могут приспособиться к развитию, выживанию и быстрому размножению в трудных для других растений условиях, стать устойчивыми к пестицидам и гербицидам и т.д. Например, борщевик Сосновского широко культивировался в 1950-е гг. как высокопроизводительная силосная культура. С помощью технологий скрещивания за долгие годы экспериментов удалось создать «безалкалоидную» форму растения, однако позже выяснилось, что оно быстро дичает, восполняется эфирными маслами, содержащими фуранокумарины, а также легко проникает в естественные экосистемы и пр.

Еще одной глобальной угрозой является то, что производством генетически модифицированных семян занимаются крупные транснациональные корпорации, контролирующие семенные компании и вытесняющие мелких производителей с традиционных для них рынков. Советник Еврокомиссии по вопросам экономики Джереми Рифкин отмечает: «...Сейчас гены, содержащиеся во многих промышленных видах зерна, запатентованы. То есть

такие компании, как Monsanto и другие, занимающиеся биотехнологиями, контролируют этот рынок. В таких условиях зерно как семенной материал нельзя купить в прямом смысле этого слова, можно выкупить на год лишь право доступа к генетической информации. Вы выращиваете свою кукурузу либо другую культуру, а все, что остается после этого, вам не принадлежит...». Таким образом, крупные компании могут извлекать большие выгоды, в то время как фермеры вьезнут в долги [5]. Более того, уже можно наблюдать потерю продовольственной безопасности ряда стран, зависимых от поставок монополистов, а также политическое влияние посредством продовольственного шантажа.

Как видим, в современном мире подходы к производству продуктов питания представлены достаточным разнообразием альтернатив. И производством продовольственного сырья и готового продовольствия может заниматься далеко не только фермер или крестьянин в традиционном представлении. Это может быть, к примеру, высокотехнологичное предприятие, являющееся звеном в отраслевой цепи и содержащее в своем штате квалифицированных специалистов, обладающих достаточными междисциплинарными знаниями и навыками, с четким регламентом разделения труда. Кроме того, исходя из возможностей интенсификации сельхозпроизводства, утверждение американского философа К. Р. Макконнелла о том, что с одного цветочного горшка невозможно накормить большое количество людей [7], вполне возможно дополнить: но к этому нужно стремиться.

Сопоставив риски и выгоды различных вариантов ведения аграрного бизнеса, следует подчеркнуть, что в современных нестабильных геополитических условиях во избежание шантажа странам (в том числе Беларуси) следует самостоятельно обеспечивать продовольственную безопасность. При этом необходимо учитывать все существующие технологии аграрного производства, а также иметь возможность в ходе научных исследований адаптировать уже известные и развивать новые. Ведь если обратиться к структуре мирового сельского хозяйства, можно заметить, что в нем экологически чистое составляет около 3% и его доля может увеличиваться, высокотехнологичное – около 15% и оно тоже имеет перспективы роста. Сейчас более 80% – это традиционное сельское хозяйство, в котором будут адаптированы многие элементы как экологического, так и высокотехнологического подхода. Таким образом, необходимо использовать

возможность развития всех имеющихся подходов к производству продуктов питания. Иначе, безнадежно отстав от лидеров, можно попасть в продовольственную зависимость.

Несмотря на разнообразие альтернативных подходов к производству продуктов питания, можно выделить следующие общие тенденции, присущие мировому АПК.

Первая: согласно аналитическим прогнозам Forbes, Glassdoor и другим источникам, а также прогнозам ООН относительно профессий будущего [22], мануальная работа автоматизируется, и коснется это в том числе агропромышленного производства.

Вторая: снижение доли занятых в АПК и сельском хозяйстве посредством роботизации и автоматизации приведет к росту производительности труда, относительному увеличению удельных доходов и, как следствие, к повышению престижности сферы, а также минимизирует человеческий фактор.

Третья: интенсификация сельхозпроизводства может положительно повлиять на экологию и биоразнообразие в мире. Ведь согласно докладу Всемирного фонда дикой природы [17], за последние 40 лет Земля уже потеряла около 60% от общего числа млекопитающих (не считая человека), птиц, рыб, рептилий и земноводных. При дальнейшем сохранении тенденции останется только закладывать генетическую информацию о вымирающих или вымерших биологических видах в специализированные банки данных с расчетом на то, что будущие поколения решат проблему наличия и баланса животного и растительного мира планеты. Очевидно, что сохранение и приумножение биологического разнообразия важно. Зачастую природа подсказывает решение многих генетических, биологических и физиологических, поведенческих, механических и других проблем. Например, благодаря естественным природным процессам была побеждена оспа, открыт пенициллин и многое другое. Таким образом, интенсификация сельхозпроизводства (работа над улучшением плодородия почв, применение интенсивных технологий, сокращающих нагрузку на природные ресурсы и экологию и т.п.) позволит рационализировать и перераспределить часть земельных ресурсов, например в пользу дикой природы. Это будет способствовать восполнению биоразнообразия, а также развитию производства экологически чистых продуктов в истинном смысле – заготовки лесных ягод, плодов, грибов, трав и пр.

Четвертая: развитие науки и технологий, в том числе агарных, по следующим перспективным направлениям:

- *применение беспилотных летательных аппаратов (дронов), автономных метеостанций, спутниковых технологий, технологий Интернета вещей, RFID-меток (маркировки) для животных и контрольных растений, датчиков с целью обеспечения потока бесперебойной постоянно обновляемой актуальной информации о состоянии почв, техники и оборудования, окружающей среды, организма животных и контрольных растений и т.п. Подобным образом можно будет оперативно и эффективно выявлять слабо продуктивные (пересушенные или переувлажненные, страдающие от избытка или недостатка удобрений) участки поля, своевременно определять изменения в поведении животных. Все это повысит качество работы зооинженеров, агрономов, механизаторов;*
- *накопление и обработка огромного массива поступающей информации посредством технологий Big Data, Block Chain, искусственного интеллекта, а также создание новых технологий в этой сфере;*
- *повсеместное внедрение геоинформационных систем, отслеживающих данные по обработке земли на каждом конкретном участке поля, способные проводить мониторинг текущего состояния почв. На этой основе будут формироваться базы данных, накапливающие информацию за большой период времени, обработка которой позволит составить прогноз урожайности на несколько этапов вперед, а также выработать план действий, направленный на улучшение плодородия почв и повышение качества экосистемы поля в целом;*
- *внесение комплексных сбалансированных удобрений посредством системы точного земледелия;*
- *развитие биотехнологий и технологий генетической инженерии. Внедрение системы CRISPR, как дополнения существующей полимеразно-цепной реакции, а также разработка новых. Создание адаптированных сортов и гибридов растений к условиям окружающей среды либо замкнутой экосистемы, позволяющей получать кислород и пищевые продукты в автономном режиме и пр.;*
- *развитие морских и аквакультурных ферм, а также полноценных функциональных систем вертикальных ферм в условиях современных мегаполисов;*

- создание новых материалов и применение аддитивных (3D-печать запчастей к технике, строительных материалов) и адаптивных (беспилотная сельхозтехника и т.п.) технологий в аграрной сфере;
- развитие системы здорового и функционального питания с изменяемыми конфигурациями, учитывающими индивидуальные характеристики отдельного потребителя, акцент на безопасность питания;
- развитие институциональных, поведенческих, социально-экономических моделей, устанавливающих связи между технологическим процессом производства продовольствия, функционированием товаропроводящих сетей и потребительским поведением домашних хозяйств с целью оптимизации производства продовольствия и минимизации продовольственных потерь и отходов на каждом этапе;
- отказ от прямого использования ископаемого топлива в пользу экологической электротяги и электроприводов и пр.;
- увеличение потребления энергоресурсов посредством атомной и возобновляемой энергетики, а также поиска новых источников энергии (термоядерный синтез и пр.), в том числе альтернативных;
- разработка новых технологий в области накопления и передачи электроэнергии, беспроводной передачи информации, а также многое другое в соответствии со Стратегией «Наука и технологии: 2018–2040» [12].

Пятая: новые технологии повысят эффективность системы управления агропромышленным комплексом, продовольственной безопасностью, предприятиями, проектами, персоналом, качеством и т.п.; позволят корректировать график работ техники и персонала, обеспечивать оптимальное планирование, контроль и корригирование, вовремя отслеживать изменения и нарушения технологического процесса.

Шестая: повысится значимость кооперативного и интеграционного, междисциплинарного, регионального и международного взаимодействия в сфере АПК и обеспечения продовольственной безопасности.

Итак, проблема как мировой, так и национальной продовольственной безопасности носит комплексный характер, определяющее значение в решении которой принадлежит науке и развитию технологий. Качественное и безопасное продовольствие

в экономическом понимании – это ресурс, который способен удовлетворить первичные потребности, он также необходим для нормальной жизнедеятельности человека в современном обществе. Однако если человечество предполагает развитие международного общества на высоких морально-этических принципах, заложенных в правовых документах Организации Объединенных Наций и других, а также ставит перед собой амбициозные задачи по освоению, например, космоса, уже сейчас необходимо расценивать продовольственные ресурсы с позиции абсолютной доступности (физической и экономической). Продукты питания не должны быть частью спекулятивной системы. Их качество и безопасность должны соответствовать системе международных стандартов, которая также должна развиваться и актуализироваться, а не трактоваться на уровне «религии» [1]. Обеспечение глобальной продовольственной безопасности не должно быть условным. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богдевич И. М. На страже плодородия // Наше сельское хозяйство. 2016. №7. С. 30–35.
2. Гусаков В. Г. Аграрная экономическая наука: становление, развитие, результативность / В. Г. Гусаков, И. В. Шафранская // Весці. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. 2015. №3. С. 11–20.
3. Гусаков В. Г. Методические основы экономической оценки результатов научных исследований и разработок в АПК / В. Г. Гусаков // Весці Нац. акадэміі навук Беларусі. Сер. аграр. навук. 2008. №2. С. 5–12.
4. Гусаков В. Г. Приоритеты развития аграрной науки в Республике Беларусь / В. Г. Гусаков // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. 2007. Спецвып. С. 40–43.
5. За гранью. ГМО // Наука: телеканал // https://www.youtube.com/watch?v=cJ8x0p9a_AU.
6. Ксеневиц А. «Невозможный Бургер» покоряет Америку: в искусственное мясо инвестируют Билл Гейтс и Google / А. Ксеневиц // Про бизнес // <https://probusiness.io/style/4450-nevozmozhnyy-burger-pokoryaet-ameriku-v-iskusstvennoe-myaso-investiruyut-bil-geyts-i-google.html>.
7. Макконнелл К. Р. Экономикс: принципы, проблемы и политика: учебник; пер. с англ. / К. Р. Макконнелл, С. Л. Брю. – М., 2003.
8. Ниргард Л. Выводы исследования: органические продукты не полезнее обычных / Л. Ниргард // ИноСМИ.РУ // <https://inosmi.ru/usa/20120908/198806940.html>.
9. Руженкова О. Мировой рынок органических продуктов достиг \$90 млрд долл. / О. Руженкова // AgroXXI: агропром. портал // <https://www.agroxxi.ru/mirovye-agronovosti/mirovoi-rynok-organicheskikh-produktov-dostig-90-mlrd.html>.
10. Своекоштный П. Похоже на мясо / П. Своекоштный // Полит.ру // <http://polit.ru/article/2013/08/06/beef/>.
11. Серая Т. Заниматься органическим сельским хозяйством в Беларуси можно. Но есть ли смысл? / Т. Серая // WILDLIFE.BY // <https://wildlife.by/ecology/standpoint/%C2%ABZanimatysya%20organicheskim%20selyskim%20hozyaystvom%20v%20Belarusi%20mozno.%20No%20est%20li%20smis%20%3F%C2%BB/>.
12. Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040» / Нац. акад. наук Беларуси. // http://nasb.gov.by/congress2/strategy_2018-2040.pdf.
13. Сумлечный С. Зубастая мать-природа // Эксперт Online // http://expert.ru/expert/2009/38/zubastaya_mat_priroda/.
14. Brandt M. Little evidence of health benefits from organic foods, study finds / M. Brandt // Stanford Medicine // <https://med.stanford.edu/news/all-news/2012/09/little-evidence-of-health-benefits-from-organic-foods-study-finds.html>.
15. Eisenhut M. Improving crop yield / M. Eisenhut, A. P. M. Weber // Science. 2019. Vol. 363, N6422. P. 32–33.
16. How to feed the world in 2050 // Food and Agriculture Organization of the United Nations // http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf.
17. Living planet report – 2018: aiming higher / ed. M. Grooten, R. E. A. Almond. – Gland: WWF Intern., 2018.
18. Macro Indicators // FAOSTAT // <http://www.fao.org/faostat/en/#data/MK>.
19. Miller H. I. Organic farming is not sustainable / H. I. Miller // Wall Street J. 2014. May 15.
20. Miller H. I. The dirty truth about «organic» / H. I. Miller // Hoover Institution // <https://www.hoover.org/research/dirty-truth-about-organic>.
21. Organic food worse for the climate // Mynewsdesk // <https://www.mynewsdesk.com/uk/chalmers/pressreleases/organic-food-worse-for-the-climate-2813280>.
22. World employment and social outlook: trends 2018 // Intern. Labour. Office. Geneva, 2018.

КУЛЬТУРНАЯ СПАДЧЫНА БЕЛАРУСІ: МІЖНАРОДНА-ПРАВОВАЯ КАНТЭКСТ ГЛАБАЛІЗАЦЫІ



Галіна Дзербіна,

старшы навуковы супрацоўнік
Цэнтра даследаванняў
беларускай культуры, мовы
і літаратуры НАН Беларусі,
кандыдат юрыдычных навук,
дацэнт



Сяргей Віцязь,

намеснік дырэктара па навуковай
і інавацыйнай рабоце Цэнтра
даследаванняў беларускай культуры,
мовы і літаратуры НАН Беларусі,
доктар гістарычных навук

На фоне працэсаў, уласцівых надыходу 4-й індустрыяльнай рэвалюцыі, сусветная творчая навуковая эліта, што разважае над комплекснымі канцэпцыямі развіцця цывілізацыі, прыярытэтнымі лічыць тэорыі глабалізацыі [1]. Разам з тым неадназначнасць тэндэнцый, звязаных з гэтым працэсам, актуалізавала неабходнасць фарміравання глабальнага права для ўстанаўлення ўніверсальных правілаў у транснацыянальных адносінах, якія грунтуюцца на адзіных каштоўнасцях і згодзе ў вызначэнні прыярытэтаў. Складанасць працэсу вынікае з адсутнасці наднацыянальнага права і інстытутаў, якія маглі б абараніць інтарэсы ўдзельнікаў, што знаходзяцца ў сферы нацыянальнага рэгулявання. Вырашэнне гэтай сусветнай праблемы разглядаецца як неабходная ўмова стабілізацыі працэсаў глабалізацыі пры існуючай рознасці ўзроўняў развіцця краін, іх прававой

Анатацыя. Разглядаецца фактар культурнай спадчыны ў працэсах глабалізацыі на міжнародным і лакальным узроўнях на аснове аналізу тэарэтычных прагнозаў, аналітычных высноў і аксіалагічнага зместу канцэпцый міжнародных дагавораў у сферы культуры. Вылучаецца асобае значэнне айчыннай прававой спадчыны, найперш кніжных помнікаў эпохі Рэнесансу, якія выяўляюць каштоўнасці айчыннай прававой традыцыі. Абгрунтоўваюцца высновы аб актуалізацыі прававога аспекту глабалізацыі, ролі прынцыпаў вяршыства права як універсальных каштоўнасцей айчыннай прававой традыцыі і сучаснай прававой асновы працэсаў інтэграцыі і глабалізацыі; аб мэтазгоднасці фарміравання міжнароднага і нацыянальнага культурнага права для захавання культурнай спадчыны і развіцця нацыянальнай і сусветнай культуры.

Ключавыя словы: глабалізацыя, вяршыства права, культурная спадчына, помнікі права.

культуры і ступені запатрабаванасці ўдзелу ў сучасных працэсах трансфармацыі цывілізацыі. Адным з рэальных варыянтаў развіцця застаецца міжнароднае права, якое фармулюе ўніверсальныя правілы і ўплывае на нацыянальныя заканадаўствы шляхам міжнародных дагавораў, найперш у прагназуемых сферах найбольшых пагроз: экалогіі і культуры.

Ключавая ідэя глабальнага права была сфармулявана ў Дэкларацыі Генеральнай асамблеі ААН аб вяршыстве права на нацыянальным і міжнародным узроўнях ад 24 верасня 2012 г. Яна абвясціла вяршыства права як універсальны прынцып для дасягнення станоўчых вынікаў глабалізацыі, міжнароднага супрацоўніцтва, устойлівага развіцця. Вядомы іспанскі юрыст Фр. Лапорта разглядае ігнараванне гэтага прынцыпа некаторымі нацыянальнымі сістэмамі прычынай відавочнай асіметрыі паміж сацыяльна-эканамічнай і юрыдычнай глабалізацыямі і перашкодай для патока прамых замежных

інвестыцый, у тым ліку ў экалагічныя і культуралагічныя праекты. Вучоны спасылаецца на эканамістаў і адзначае, што дзеля рэалізацыі, напрыклад, усіх пераваг транснацыянальнага гандлю павінны існаваць такія прававая сістэма і палітычны лад, адной з галоўных каштоўнасцей якіх будзе вяршыня права, што забяспечыць роўнасць усіх перад законам і судом, уключаючы інстытуты ўлады, гарантуе абарону асабістых і маёмасных правоў [2]. Такім чынам, дзеля эфектыўнага функцыянавання рынкавай эканомікі і забеспячэння станоўчых шматаспектных вынікаў глабалізацыі краінам свету неабходна дасягнуць развіцця нацыянальных прававых сістэм на аснове ўніверсальных транснацыянальных каштоўнасцей, найперш прынцыпаў вяршыня права.

Тэарэтычная база глабалізацыі грунтуецца на папярэдніх навуковых ідэях, тэорыях XX ст. і шматлікіх сучасных уяўленнях. Адзін з вядучых тэарэтыкаў брытанскі даследчык Д. Хэлд, вылучаючы некалькі асноўных напрамкаў развіцця сучасных поглядаў на глабалізацыю (скептычны, аптымістычны і трансфармацыйны), адзначае, што ў шырокім коле канцэпцый трансфармацыйнага кірунку важнейшым фактарам глабалізацыі разглядаецца культура [3]. Духоўнасць прызнае адной з галоўных умоў эвалюцыі грамадства і яго суайчыннік сацыёлаг Э. Гідэнс. Ён вылучае дзве асноўныя тэндэнцыі развіцця: змену сістэмы каштоўнасцей чалавека з матэрыяльных на нематэрыяльныя і глабалізацыю як знікненне межаў нацыянальных дзяржаў, шматпалярнасць і ўзаемалежнасць на глабальным узроўні [4]. Амерыканскі палітолаг Фр. Фукуяма таксама прыйшоў да высновы, што менавіта духоўнасць, іншымі словамі «ідэальны свет», вызначыць свет матэрыяльны і стане будучым тыпам агульначалавечай супольнасці [5]. М. Олстан, Дж. Буханан, Фр. Лапорта, вядучыя брытанскі, амерыканскі і іспанскі эканамісты і юрысты, адзначаюць залежнасць поспеху глабалізацыі ад узроўню развіцця культуры ўдзельнікаў супольнасці, найперш прававой, а таксама значэння для іх базавых каштоўнасцей. Да падобных высноў схіляюцца і расійскія эканамісты А. Аузан і В. Палтэровіч, якія разглядаюць культуру грамадства і пераёмнасць традыцый важнай прадпасылкай эканамічнага поспеху.

Актуальнасць вызначаных тэарэтыкамі тэндэнцый канцэптуальна адлюстравана ў дакладах Рымскага клуба, аналітычнага цэнтра па праблемах глабалізацыі і ўстойлівага развіцця, на высновы якога эліты розных краін арыентуюцца ў сваёй практычнай дзейнасці.

Рымскі клуб прапануе вырашэнне глабальных праблем шляхам даследаванняў, сістэмнага навуковага аналізу і публікацый аналітычных дакладаў. Асноўныя ідэі апошніх: «Come On! Капіталізм, блізарукасць насельніцтва і разбурэнне планеты» (2017), «Пераўтварэнне магчымае» (2018) [6]. Яны адлюстроўваюць крызіс каштоўнасцей, а таксама праявы матэрыялістычнага эгаізму, якім супрацьстаіць культура, духоўны вопыт. Асноўнымі прычынамі дэградацыі эканомікі планеты і сучасных выклікаў чалавецтву аналітыкі лічаць сканцэнтраванасць грамадства на матэрыяльным прагматызме і спекулятыўнай фінансавай эканоміцы. Прагназуецца неабходнасць пераўтварэння існуючай «камерцыялізаваанай» цывілізацыі ў цывілізацыю гуманную, чалавечную як новую парадыгму, у якой фактар культуры вызначальны.

Сучасныя практычныя пытанні развіцця рэгіянальных і сусветных працэсаў глабалізацыі абмяркоўваліся ў 2018–2019 гг. у Давосе, Мюнхене, Маскве, Мінску, на іншых міжнародных форумах, прадчас якіх знаходзілася ўсё больш аргументаў у падтрымку высноў тэарэтыкаў аб непазбежнасці культурнага супрацоўніцтва дзяржаў у мэтах міру і бяспекі.

У студзені 2019 г. тэмай Сусветнага эканамічнага форуму (СЭФ) ў Давосе былі праблемы супрацоўніцтва і кіравання ў кантэксце глабалізацыі 4.0. Абмяркоўвалася, у прыватнасці, тое, што мультыканцэптуальны свет і змены ў геапалітыцы і міжнародных адносінах дыктуюць новыя правілы супрацоўніцтва. Разам з тым новыя тэхналогіі, у тым ліку штучны інтэлект, патрабуюць гарантый іх развіцця ў адпаведнасці з этычнымі прынцыпамі, прызнанымі супольнасцю.

Комплекс найважнейшых глабальных праблем, абмеркаваных на СЭФ-2019, патрабуе ўмацавання міжнародных інстытутаў, што непасрэдна звязана з прававой глабалізацыяй.

Эвалюцыя стаўлення сусветнай супольнасці да ролі культуры, духоўнага і маральнага фактараў у развіцці станоўчых працэсаў глабалізацыі адлюстравана ў міжнародных дакументах. Каардынацыю супрацоўніцтва ў сферы культуры на сусветным узроўні ажыццяўляе ЮНЕСКА. У Статуце ААН як шматбаковым універсальным дагаворы зацверджаны дэмакратычныя прынцыпы міжнароднага права, на якіх і дзеля рэалізацыі якіх і заснавана гэтая міжнародная ўстанова. У Статуце ЮНЕСКА, у прыватнасці, падкрэслена неабходнасць шырокага міжнароднага ўзаемадзеяння для распаўсюджвання

культуры, навукі і адукацыі з мэтай умацавання годнасці чалавека, міру і бяспекі. Дэкларацыя прынцыпаў міжнароднага культурнага супрацоўніцтва ЮНЕСКА 1966 г. зацвердзіла культуру як аснову міру, прызнала каштоўнасць кожнай з культур свету і карыснасць іх узаемапранікненняў. Наступны этап у вызначэнні ролі культуры адлюстраваны ва Усеагульнай дэкларацыі ЮНЕСКА аб культурнай разнастайнасці 2001 г., у якой культура вызначана як цэнтральны інстытут аб'яднання сусветнага грамадства і прагрэсу эканомікі на базе ведаў, узаемаразумеў і супрацоўніцтва ў мэтах устойлівага развіцця.

Разуменне прыярытэту захавання і аховы культурных каштоўнасцей заснавана на канцэпцыі агульнага здабытку чалавецтва, якая найбольш поўна была адлюстравана ў Канвенцыі аб ахове сусветнай культурнай і прыроднай спадчыны 1972 г., дзе гэтыя два паняцці разглядаюцца ў адзінстве і ўзаемасувязі. Дактрына сусветнай спадчыны ўвела і паняцце «ўніверсальнасць» як прынцып новай ацэнкі вартасці аб'екта культурнай спадчыны, яго пазнавальнасці на міжнародным узроўні.

У працэсе развіцця канцэпцыі выяўлены шэраг тэарэтычных праблем, у тым ліку неабходнасць выпрацоўкі ўзгодненых канцэптуальных рашэнняў.

Найбольш важныя агульныя тэрміны і катэгорыі распрацаваны ў даследаванні «Культура ва ўстойлівым развіцці» па замове Сусветнага банка [8]. Паняцце «культура», згодна з ім, уключае комплекс духоўных, матэрыяльных, інтэлектуальных і эмацыянальных рыс, якія характарызуюць грамадства або сацыяльную групу, у тым ліку мастацтва і пісьменнасць, спосабы жыцця, фундаментальныя правы, каштоўнасці сістэмы, традыцыі і вераванні. Адпаведна паняцце «культурная спадчына» складаецца з такіх аспектаў мінулага, якія людзі захоўваюць, узнаўляюць, вывучаюць і перадаюць наступнаму пакаленню.

Для дапамогі дзяржавам па захаванні і выяўленні спадчыны Канвенцыя 1972 г. размежавала нацыянальную і міжнародную ахову, у выніку чаго была створана сістэма міжнароднага супрацоўніцтва: Міжурадавы камітэт і Фонд па ахове сусветнай культурнай спадчыны. Камітэт складае і абнаўляе Спіс сусветнай спадчыны, з якога фарміруецца Спіс сусветнай спадчыны пад пагрозай. У 1992 і 1999 гг. у паняцце сусветнай культурнай спадчыны была ўключана новая катэгорыя – «культурны ландшафт», што адлюстравала разуменне аднасці эвалюцыі чалавечай супольнасці і натуральных асяродкаў

існавання чалавека. У 2001 г. міжнародны механізм аховы быў пашыраны на падставе Канвенцыі аб ахове падводнай культурнай спадчыны. Для Рэспублікі Беларусь з'яўляецца актуальным далучэнне да дадзенай і іншых канвенцый, звязаных з аховай, захаваннем і забаронай незаконнага перамяшчэння культурных каштоўнасцей.

Згодна з прынцыпам універсальнасці Канвенцыі ЮНЕСКА «Аб ахове нематэрыяльнай культурнай спадчыны» 2003 г. у сусветную спадчыну ўведзена паняцце «нематэрыяльная культурная спадчына» у адзінстве трох элементаў: матэрыялізаванай формы выяўлення культуры або традыцыйнага ўкладу жыцця канкрэтнага грамадства (фальклор, рэлігійныя абрады і г.д.); формах выяўлення, якія не маюць фізічнага аблічча (мова, вусныя паданні і г.д.); нематэрыяльнае значэнне матэрыяльных помнікаў культурнай спадчыны, якія спрыяюць культурнай самабытнасці, пераемнасці і захаванню культурнай разнастайнасці і творчасці чалавецтва.

У Спісах сусветнай спадчыны ЮНЕСКА ўключаны 4 матэрыяльныя аб'екты Беларусі і 2 нематэрыяльныя: Белавежская пушча, Нясвіжскі замак, Мірскі замак, геадэзічная дуга Струве; калядны абрад «Цары», Будслаўскі фэст.

У 2005 г. прынята Канвенцыя аб ахове і заахвочванні разнастайнасці формаў самавыяўлення на падставе Усеагульнай дэкларацыі ЮНЕСКА аб культурнай разнастайнасці 2001 г., што разглядаецца як здабытак чалавецтва і аснова для ўстойлівага развіцця.

Міжнароднае права дапаўняецца рэгіянальнымі еўрапейскімі міжнароднымі дакументамі Рады Еўропы (РЕ), еўрапейскім культурным правам. Беларусь удзельнічае ў Еўрапейскай культурнай канвенцыі РЕ з 1993 г. У дакументах гэтай арганізацыі акцэнт зроблены на пошук кампрамісу паміж захаваннем культурнай спадчыны і эканамічнымі, сацыяльнымі патрэбамі ўключэння культурных каштоўнасцей у агульнае ўстойлівае развіццё рэгіёнаў, у тым ліку ў мэтах развіцця турызму.

Беларусь з'яўляецца ўдзельніцай большасці міжнародных канвенцый у сферы культурнай спадчыны. Адпаведнае заканадаўства дзяржавы канцэптуальна развіваецца згодна з азначанымі міжнароднымі тэндэнцыямі. Яго аснову складаюць, у прыватнасці, Канстытуцыя Рэспублікі Беларусь, Кодэкс Рэспублікі Беларусь аб культуры, міжнародныя дагаворы і іншыя акты. Дакументы зацвярджаюць прынцыпы прызнання гісторыка-культурнай спадчыны фактарам развіцця і бяспекі дзяржавы, якая павінна яе захоўваць.

Яшчэ на пачатку 2000-х гг. вядомы беларускі філосаф У. Конан прыйшоў да высновы аб нацыянальным адраджэнні як комплекснай духоўнай, сацыяльна-палітычнай, эканамічнай задачы XXI ст. [7]. Даследчык абгрунтаваў тэзіс аб значнасці нацыянальнага ў глабальным, што кожная нацыя праз сваю мову і культуру з'яўляецца катэгорыяй вечнай, а дзяржава – сродкам яе кансалідацыі [7]. Адзначаючы прыярытэтную ролю духоўнасці, навукоўца сцвярджаў, што яна вызначае будучыню. У адпаведнасці з сусветнымі тэндэнцыямі ўстойлівае развіццё Беларусі звязана з працэсамі пераемнасці і эвалюцыі духоўнасці, культуры грамадства.

Праблема захавання культурнай спадчыны актуалізавалася ў апошнія 60 гадоў, калі стала прыярытэтнай у міжнародным праве. У прыватнасці, ва Усеагульнай дэкларацыі правоў чалавека (1948 г.), Міжнародным пакце аб эканамічных, сацыяльных і культурных правах (1966 г.) зацвярджаецца права кожнага індывіда на сусветную культурную спадчыну. Дадзеная канцэпцыя была першапачаткова сфармулявана ў Гаагскай канвенцыі 1954 г., дзе былі зацверджаны ўзроўні аховы культурных каштоўнасцей у выпадку ўзброеных канфліктаў і спецыяльныя органы кантролю за выкананнем гэтых рашэнняў. Беларускім бокам Канвенцыя была падпісана 14 мая 1954 г. У мэтах выканання яе палажэнняў у 1997 г. у рэспубліцы стварылі Камісію па імплементацыі норм міжнароднага права. Адказным дзяржаўным органам па каардынацыі дзейнасці ў гэтай сферы ў 2000 г. прызначылі Міністэрства культуры, у 2004 г. у яго складзе было створана ўпраўленне па ахове гісторыка-культурнай спадчыны і рэстаўрацыі.

У 1970 г. ЮНЕСКА прыняла Канвенцыю аб мерах, накіраваных на забарону і папярэджанне незаконнага ўвозу, вывазу і перадачы права ўласнасці на культурныя каштоўнасці. У Беларусі дакумент уступіў у дзеянне ў 1988 г. Згодна з ім у краіне з 2003 г. вядзецца Дзяржаўны спіс гісторыка-культурных каштоўнасцей (укключае больш за 5,5 тыс. адзінак), якія неабходна ахоўваць і захоўваць, што важна для рэалізацыі станоўчых вынікаў глабалізацыі, якой уласціва паскоранае развіццё новых інфармацыйна-камунікацыйных тэхналогій і ўніфікацыя.

Даследчыкі адзначаюць моцны інфармацыйны аспект культурнай спадчыны, якая адначасова з'яўляецца часткай культуры і каналам інфармацыі, які забяспечвае ўзнаўленне, назапашванне і перадачу інфармацыі, сукупнага духоўнага вопыту, культурнай традыцыі ў межах цывілізацыі.

У прыватнасці, айчынная прававая традыцыя – каштоўны вопыт духоўнай культуры, адлюстраваны ў матэрыяльнай і нематэрыяльнай спадчыне, у тым ліку ў кніжных помніках – прававых актах, навуковых працах, знешнепалітычных дакументах, якія спалучаюць дактрынальнае і практычнае заканадаўчае развіццё права свайго часу. Нацыянальным навуковым здабыткам прызнаны знакамідыя ўзоры айчынай прававой спадчыны – Статут Вялікага Княства Літоўскага (ВКЛ) 1588 г., Трыбунал ВКЛ 1581 г. Іх даследаванне дазваляе разгледзець эвалюцыю прававой традыцыі на працягу XVI–XVII стст. Яны ўваходзяць у навуковыя калекцыі Цэнтра даследаванняў беларускай культуры, мовы і літаратуры НАН Беларусі. Рэнесансная канцэпцыя Статута 1588 г., які на стагоддзі застаўся сімвалам незалежнасці дзяржавы, была каротка выкладзена падканцлерам Л. Сапегам у прадмовах да дакумента. Падкрэсліваючы пераемнасць прававой традыцыі грэчаскай і рымскай цывілізацый і тагачаснай эпохі, спасылаючыся на Арыстоцеля і Цыцэрона, аўтар вызначыў ролю вяршыштва закону як найважнейшую аснову дзяржавы, які павінен гарантаваць правы чалавека на жыццё, годнасць, маёмасць, роўнасць перад судом і, як найважнейшую каштоўнасць, – вольнасць асобы. Даследаванне зместу Статута з калекцыі Цэнтра (выданне 1699 г., Вільня), дапоўненага сеймавымі канстытуцыямі XVII ст., дазваляе дакладна вызначыць змены заканадаўства ў працэсе далейшай трансфармацыі грамадства і формы дзяржаўнасці.

Сярод каштоўных прыкладаў дактрынальнага значэння і практычнай рэалізацыі прынцыпа вяршыштва права ў гісторыі нашай дзяржавы – трактат вядомага еўрапейскага юрыста, прыхільніка гуманістычнай школы права Пятра Раізія «Заключэнні П. Раізія, каралеўскага юрысконсульта па справах Літоўскага вышэйшага апеяцыйнага суда» (1563 г.), унікальная навуковая праца, напісаная на падставе шматгадовай судовай практыкі ВКЛ. Трактат з'явіўся вынікам тэарэтычных і практычных даследаванняў гарманізацыі традыцыйных вучэнняў для забеспячэння вяршыштва права ў перыяд трансфармацыі грамадства, залажыў фундамент развіцця новых каштоўнасцей прававой традыцыі. Аўтар трактата працаваў над тэкстам Статута ВКЛ 1566 г., у якім былі змешчаны аксіялагічныя дамінанты тагачаснага грамадства. Доктрынальныя распрацоўкі, якія былі папярэдне сфармуляваны ў трактаце, адлюстравалі

інтэгратыўныя ўласцівасці права ў эпоху трансфармацыі грамадства ВКЛ. Увядзенне ў навуковы зварот гэтага помніка айчыннай прававой спадчыны, у якім сінтэзаваны навуковыя ідэі і айчынная судовая практыка эпохі трансфармацыі еўрапейскай супольнасці, з'яўляецца актуальным для даследаванняў ролі інтэгратыўных каштоўнасцей права ў фарміраванні практычнага заканадаўства, змяшчае айчынны гістарычны вопыт развіцця прынцыпаў вяршыства закона як вызначальных для прававой традыцыі. На жаль, значная колькасць знешнепалітычных дакументаў беларускай прававой культуры захоўваецца за межамі дзяржавы. Даступнасць яе для беларускай навукі звязана з праблемамі пошуку, выкарыстання і перакладу з мэтай увядзення ў навуковы зварот.

Міжнародныя дакументы і іншыя крыніцы міжнароднага права трансліруюць тэзіс аб важнейшай ролі культурнай спадчыны для стабільнага развіцця сусветнага грамадства і кожнай дзяржавы. А між іншым міжнароднае права еўрапейскіх краін мае сваю гісторыю, яе значнай часткай з'яўляюцца новыя навуковыя звесткі аб развіцці асноў айчыннага дыпламатычнага і гуманітарнага права ў Сярэднявеччы, якія сталі важнымі фактарам сучаснага міжнароднага супрацоўніцтва. Прыкладам развіцця міжнароднага права ВКЛ як дзяржавы – суб'екта складанай шматбаковай дыпламатыі ў XV ст. разглядаецца комплекс знешнепалітычных дакументаў «Судовыя працэсы і падзеі паміж палякамі і Ордэнам крыжакоў» па выніках Грунвальдскай бітвы 1410 г. і іншыя дакументы, якія адлюстравалі працэс заключэння мірнай дамовы – Торуньскага міру 1411 г. і, у прыватнасці, намаганні ўдзельнікаў з рознымі палітычнымі інтарэсамі па яго выкананню. Дакументы як аб'екты культурнай спадчыны сведчаць аб ролі свецкіх і царкоўных інстытутаў у міратворчым працэсе ў Еўропе, калі нягледзячы на рознасць лакальных і асабістых інтарэсаў удзельнікаў канфлікту яго ўдалося пазбегнуць.

Такім чынам, фактар права іграў важнейшую ролю ў гісторыі Еўропы ў некалькіх аспектах: як сінтэз агульнаеўрапейскіх каштоўнасцей, накіраваны на пабудову агульнаеўрапейскай еднасці, як вопыт стабільнай дзейнасці міжнароднага арбітражнага суда для ўрэгулявання спрэчных момантаў канфлікту пытанняў, як новы этап будаўніцтва прававых асноў еўрапейскага міратворчага працэсу і як падмурак для развіцця асноў міжнароднага і дыпламатычнага права.

Навуковая апрацоўка і пераклад на беларускую мову комплексу знешнепалітычных лацінамоўных дакументаў, якія ўпершыню раскрываюць дзейнасць ВКЛ як суверэннага міжнароднага суб'екта падчас згаданага маштабнага ваенна-палітычнага канфлікту, маюць выключна важнае значэнне для гісторыі айчыннай дзяржаўнасці, а таксама ў аспекце вывучэння фарміравання міжнароднага права, традыцый дыпламатыі, знешніх адносін. Важным вынікам даследавання дакументаў з'яўляецца характарыстыка знешнепалітычных адносін пасля Грунвальдскай бітвы паміж ВКЛ і замежнымі суб'ектамі для далейшага удзелу дзяржавы ў працэсе выпрацоўкі міратворчых працэдур, удзелу ў аб'яднанні Еўропы і падрыхтоўкі ў гэтых мэтах Фларэнтыйскай Уніі, іншых саюзаў і пагадненняў, развіцці інстытутаў міжнароднага права.

Каштоўнасці айчыннай прававой традыцыі ўплываюць на фарміраванне новай культуры часоў глабалізацыі, выхаванне чалавека новай эпохі, развіццё інстытутаў стабільнага грамадства. А. Пячэзі, першы прэзідэнт Рымскага клуба, назваў пераход чалавецтва да наступнай фазы свайго развіцця непазбежнай «чалавечай рэвалюцыяй», найбольш складанай і найбольш неабходнай параўнальна с развіццём новых тэхналогій [9]. Фактар права, прававая традыцыя разглядаюцца як фундаментальная аснова глабальнай трансфармацыі чалавека. ■

СПІСАК ВЫКАРЫСТАНЫХ КРЫНІЦ

1. Кирьянова Л. Г., Мазурина О. А. Теории глобализации в контексте постклассической парадигмы // Известия Томского политехнического университета. 2007. Т. 311, №7.
2. Лапорта Фр. Глобализация и верховенство права. Некоторые сомнения вестфальца // Проблемы философии права. 2006–2007. Том IV–V. – Київ; Чірнівці, 2008.
3. Held D., McGrew A., Goldblatt D., Perraton J. Global transformations. – Cambridge, 1999.
4. Гиддэнс Э. Последствия современности. – М., 2011.
5. Фукуяма Фр. Конец истории? // Вопросы философии. 1990. №3.
6. Von Weizsaecker E., Wijkman A. Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. – Berlin, 2018.
7. Конан В. Беларуская альтэрнатыва: глабалізацыя і нацыянальнае адраджэнне // Беларусіка=Albaruthnica. – Кн. 22: Нацыянальныя пытанні: Матэр. III Міжн. кангрэса беларусістаў «Беларуская культура ў дыялогу цывілізацый» (Мінск, 21–25.05, 4–7.12.2000 г.). – Мінск, 2001.
8. Нурмаметов Р. Г. Терминологический круг и эволюция концепций в историческом изучении культурного наследия // Конвенции ЮНЕСКО в области охраны культурного наследия и национальное законодательство государств–участников СНГ: Матер. Межд. конф. (г. Минск, 26–28 апреля 2007 г.). – Минск, 2007.
9. Печчи А. Человеческие качества. – М., 1985.

На Купалле сонца йграе...

Купальскія традыцыі беларусаў



Таццяна Кухаронак,

старшы навуковы супрацоўнік аддзела нарадазнаўства Цэнтра даследаванняў беларускай культуры, мовы і літаратуры НАН Беларусі, кандыдат гістарычных навук, дацэнт

Каляндарная абраднасць – адна з самых старажытных, нават архаічных з’яў у народнай культуры, якая найбольш трывала ўтрымлівае сваю этнічную спецыфіку, таму пастаянна выклікае інтарэс як аб’ект вывучэння ў супрацоўнікаў Цэнтра даследаванняў беларускай культуры, мовы і літаратуры. Здабытыя палявыя матэрыялы дэманструюць рэгіянальныя і лакальныя асаблівасці традыцыйнай абраднасці, служаць асновай для кніг, артыкулаў, вучэбна-метадычных дапаможнікаў, а таксама – стымулам для носьбігаў народных ведаў і ўменняў, звычаяў і нораваў сямейнага і абрадава-святчнага жыцця канкрэтнай лакальнай супольнасці.

Сучасны народны каляндар свят і абрадаў на Беларусі часава

прымеркаваны да царкоўна-хрысціянскага. Так, Купалле – адно з самых значных традыцыйных гулянняў беларусаў, прысвечанае перыяду летняга сонцастаяння, часу найпаўнейшага росквіту прыроды – каталікамі святкуецца ў самую кароткую летнюю ноч з 23 на 24 чэрвеня, праваслаўныя ж беларусы адзначаюць яго ў ноч з 6 на 7 ліпеня.

Гэта надзвычай прыгожая ўрачыстасць летняй пары актуалізавана і ў наш час. У постсавецкі перыяд тутэйшыя культработнікі ладзілі падчас яго разнастайныя мерапрыемствы, выкарыстоўваючы традыцыйную купальскую абраднасць, песні, гульні, атрыбутыку. І сёння гэтае свята папулярнае ў рабоце сельскіх Дамоў культуры, Дамоў фальклору, народнай творчасці. У быце многіх жыхароў Беларусі прынята захоўваць рытуальныя прадметы-сімвалы, у іх



Карагод ля вогнішча

ліку купальскія зёлкі з уяўленнямі аб іх сакральнай моцы. Купалле ладзяць таксама падчас канікулаў у летніках, выкарыстоўваючы многія традыцыйныя элементы: шэсце ўдзельнікаў у масках, скокі праз вогнішча, запуск вогненнага кола, пошук папараць-кветкі, варажба – усё гэта лёгка і радасна ўспрымаецца моладдзю і падлеткамі, развівае іх творча, умацоўвае фізічна. Часам Купалле праводзяць у санаторыях, што садзейнічае папулярызаванні традыцыйнай беларускай культуры, у тым ліку і па-за межамі краіны.

У мінулым свята пачыналася са збірання лекавых раслін і кветак для вялкоў, падчас якога дзяўчаты і жанчыны абавязкова спявалі абрадавыя купальскія песні, бо інакш, лічылася, што травы не будуць мець гаючай сілы. Асвечаныя купальскія зёлкі захоўвалі на працягу

года, выкарыстоўвалі супраць розных захворванняў, як абярэг ад стыхійных бедстваў; іх клалі ў труну нябожчыку ці акурвалі імі пры пахаванні.

Пры падрыхтоўцы да свята дзяўчаты плялі вянкi, якія сімвалізавалі сабой дзявоцкасць, цнатлівасць, лічыліся надзейным магiчна-ахоўным сродкам і выкарыстоўваліся ў купальскую ноч для варажбы. Іх рабілі не толькі з кветак, але і з галінак бярозы, хвоі, ёлкі, клёна, дуба. Для купальскай абраднасці характэрны пераважна раслінны код формул і рытуалаў варажбы. Самы вядомы з іх, калі дзяўчаты здымалі вянкi з галавы і пускалі іх на ваду, загадаўшы аб сваім лёсе. Калі вянок паплыве – гэта азначае хуткае замужжа, калі патоне – сядзецца дзяўчыне яшчэ год у бацькоўскай хаце, або яшчэ горш – напаткае яе хуткая смерць. Часта ўдзельніцы

свята плялі па два вянкi – на сябе і свайго жаніха – і пускалі іх на ваду. Калі вянкi злучаліся – хутка адбудзецца вяселле закаханай пары, калі адплывалі далёка адзін ад другога – чакала маладых разлука. У час экспедыцый супрацоўнікі Цэнтра запісваюць якраз шматлікія наратывы пра абставіны купальскай варажбы: «На Купальле мама нас вучыла, мо дзевчак шэсьць нас было. Трэба разьдзецца голым-голым у дзвянаццаць часоў ночы і туды голаму забегчы, дзе падарожнік расьце па дарожачцы... Нагнуцца, не прыпірацца рукамі і зубамі атарваць лісток той. Прынесці, палажыць пад падушку і сказаць: «Рожнічак-падарожнічак, ты на дарозе стаіш, усіх бачыш сьвятых – як старога, так і малаго, ці не бачыў ты майго мілога». І ні с кім не гаварыць, заснуць – і сасьніш ужо таго жаніха. Нам мама расказала,



Купальскія зёлкі, в. Стрэльна Іванаўскага раёна

і мы паразьдзяваліся галышом і пабеглі. А брат у мяне быў старшы, да ён падслухаў ету ўсю працадуру, як нас мама вучыла. Ён хлопцам сказаў, дык яны і пільнуюць. А мы голяя папрыбгали, атарвалі етыя лісьця, а яны выскачылі – дак мы еле паўцякалі. Напугаліся-то добра, крычалі, пішчалі, уцякалі – гаданьне наша прапала» (Соф'я Путрык, 1927 г.н., в. Клінок, Чэрвеньскі раён, Мінская вобласць).

Для купальскага вогнішча хлопцы збіралі па вёсцы старыя зношаныя рэчы, галінкі зеляніны, якой былі прыбраны хаты на Сёмуху. Вечарам дзяўчаты з вянкамі на галаве, хлопцы, падпярзаныя палыном, запальвалі доўгія жэрдкі і з песнямі, музыкай адпраўляліся па вуліцах вёскі запрашаць усіх на свята. Паступова да моладзі далучаліся

аднавяскоўцы. Паводле традыцыйных вераванняў беларусаў, спаць у купальскую ноч лічылася грахам. Абавязкова сачылі за тым, каб у паселішчы былі затушаны ўсе «старыя агні». У вёсцы Каралёва Верхнядзвінскага раёна Віцебскай вобласці зафіксаваны адметны моладзевы абыходны абрад, які спалучаў у сабе раздачу купальскіх зёлак для жывёлы і атрыманне дароў ад аднавяскоўцаў: «Трава ж ёсць – купальня. Сам цвяток знізу сіненькі, а на вярху ішчо і жоўценька. Маладзёж сабіраецца, да і жэншчыны, нарвуць этай купальні і прынясуць у кожную хату. Яе каровам нясуць ад порчы, еты цвяты карове добра... Каждая хазяйка гатовіла сыр на Купалле, хазяйка ім сыр дорыць. А сыр еты няслі на вячэру, на купальню і кушалі» [1]. У некаторых лакальных традыцыях

абрадавая працэсія спалучалася з абходам сядзіб аднавяскоўцаў або з гульнёй: «У нас было шостага <ліпеня>, перад Іванам, дзеці перадзяваліся ў цыганей. Бралі крапіву, жыгучку здаравенную ламалі. З канца дзярэўні этыя дзеці, што перадзеліся ў русалку, у нас называлася ета русалка, і цыгане с этай крапівай бягуць па сялу. Самыя меньшыя бягуць, а тыя іх ужо жыгаюць. Бабкі на прызбах сядзяць на лавах, етыя цыганкі к бабкам падходзяць, бабкі далжны абязацельна даць ім канфеткі ілі грошы. Еслі ўжо бабкі нам не даюць, мы бабак етых абжыгаем крапівай, нікуды яны не дзе нуцца. І па ўсяму сялу вот так праходзім, с канца да канца. Я сам перадзяваўся ў етыя русалкі, як быў малы, мы толькі і ждалі этага мamenta» (Рыгор Басаў, 1972 г.н., в. Гадзічава, Гомельскі раён, Гомельская вобласць) [2].

Купалле лічылася часам, калі актывізаваліся злыя духі і ўсялякія нячысцікі, якія імкнуліся пашкодзіць чалавеку. Паводле



Крапіва ад ведзьмы

вераванняў, у гэты час ведзьмы маглі змяняць сваё аблічча: ператварацца ў жабу, кошку, чорную курыцу і адбіраць малако ў кароў. Таму напярэдадні купальскай ночы беларускія вясцоўцы вялікую ўвагу надавалі засцерагальна-ахоўным абрадавым дзеянням і магічным прыёмам: затыкалі ў дзверы і сцены хлявоў крапіву-жыгучку, каля ганка клалі дзядоўнік, косы, сякеры, сярпы, сыпалі ў варотах асвечаны мак, кароў акурвалі грамнічнай свечкай, крапілі хрышчэнскай вадой, прывязвалі да рагоў замок або малявалі дзэгцем па ілбе крыж. У жыта кідалі галавешкі з агнём. Бытаваў звычай раскладваць касцёр насупраць кожнай хаты і падтрымліваць яго на працягу ўсёй купальскай ночы. У беларусаў існавала два месца распальвання агнёў: кастры на зямлі і кастры-факелы, узнятыя на дрэвы. На Віцебшчыне да таго ж палілі драўляныя колы і запускалі іх з гары, як і бочкі з-пад дзэгця ці смалы (мазёнкі, мазніцы).

Месцам для купальскага вогнішча выбіралі звычайна ўзвышша за вёскай, у лесе, бераг ракі ці возера, скрыжаванне дарог. Касцёр збіраў вакол сябе ўсіх жыхароў населенага пункта, кожны з якіх рэальна павінен быў паўдзельнічаць і ў яго арганізацыі, і ў правядзенні, што адыгрывала вялікую кансалідуючую ролю. Купальскае вогнішча было кульмінацыяй свята, «новы», «жывы», «святы» агонь у гэту ноч здабывалі, як у глыбокай старажытнасці, пры дапамозе трэння. Для распальвання купальскага вогнішча грамада выбіралі галоўнага распарадчыка свята, якога часта называлі Купалішам. На Палессі купальскі касцёр распальвала дзяўчына або маладая прыгожая



Скокі праз касцёр

жанчына. Адначасова з успыхваннем купальскага вогнішча ўздымалі на высокім шасце запаленае кола (сімвал сонца).

Хлопцы і дзяўчаты ўсю ноч вадзілі тут карагоды, спявалі, танчылі, скакалі праз агонь, часцей за ўсё ўзяўшыся за рукі, парамі. Лічылася, калі пры гэтым у закаханых рукі не разыйдуцца – іх вяселле адбудзецца ў гэтым жа годзе, калі разыйдуцца – не быць ім разам. На Купаллі пад спева абрадавых песень-купалак з вясельным любоўным зместам

хлопцы выбіралі сабе любых дзяўчат, а дзяўчаты – хлопцаў.

У народзе верылі, што купальскі агонь валодае незвычайнай сілай, таму часта спальвалі або прасушвалі на кастры кашулькі хворых дзяцей, каб яны хутчэй выздаравелі. Старыя людзі кідалі ў полымя рознае ламачча, старызну і прасілі багатага ўраджаю, здароўя сабе і сваім блізкім, плоднасці статку.

Вялікае месца ў гульнях моладзі займаў карнавал, падчас якога ўдзельнікі апраналі касцюмы



Куды вяночак прыплыве

міфічных істот: Купалы, Русалкі, куста, ведзьмы, чорта, або антрапаморфных асоб – дзеда і бабы. Сустрэкаліся персанажы, якія сімвалізавалі маладую/нявесту і маладога/жаніха, гульні з удзелама якіх мелі таксама і шлюбную накіраванасць. Паводле традыцыйных уяўленняў беларусаў, некаторыя ўдзельнікі Купалля ў масках сімвалізавалі і разнастайныя злыя сілы, што надзвычай актывізаваліся падчас гэтага свята, якое з’яўлялася пераломнай мяжой каляндарнага года. Адмоўныя персанажы падчас абрадавай гульні дэманстравалі кульмінацыю разгулу і небяспекі для людзей: «У нас з веку на век, як я знаю, на Купала мужчына перадзенецца ў чорта, ці які хлопец – пугай як пайдзёць ганяць, сьцёбаць. Наражаліся і ў ведзьму, і ў чорта на Купалу. Бегаюць, ловаць дзевак, піхаюць, штырхаюць, а тыя пішчаць, уцякаюць» (Дзіна Кеўлева, 1928 г.н., в. Барсукі, Кармянскі раён, Гомельская вобласць).

У многіх беларускіх вёсках да Купалля хлопцы рабілі пудзілаляльку (Купалу, Мару, Бабу Ягу), якая нагадвала жаночую постаць. З ёй праводзілі разнастайныя абрадавыя гульні, а яе спальванне на кастры ў міфалагічным плане сімвалізавала смерць старога, дзякуючы якой нараджалася новае ва ўсіх яго шматобразных абліччах: «Чучала дзелалі: вазьмем на палку напхнем саломай, шапку надзенем, нясём, ідом па сялу, пяём. Тады спалім яго на кастры» (Соф’я Макарава, 1928 г.н., в. Кісцяні, Рагачоўскі раён, Гомельская вобласць).

Карнавальная ўседазволенасць праяўлялася на Купаллі ў агрэсіўна-разбуральных дзеяннях моладзі: хлопцы маглі, напрыклад, закрыць шклом комін, падперці бярвяном

дзверы ў чыёй-небудзь хаце, перагарадзіць дарогу, украсці і спаліць на купальскім вогнішчы дровы.

У беларусаў існавала паданне, што ў купальскую ноч расцвітае папараць-кветка. Паводле народнага меркавання, хто сарве яе, той будзе багаты і шчаслівы, атрымае дар разумець мову звяроў, птушак, дрэў, раслін. Але здабыць яе вельмі цяжка: у самую поўнач, калі яна павінна раскрыцца, пачынаецца мацнейшая навальніца, зіхаціць бліскавіца, грывіць гром, таму, хто спрабуе сарваць кветку, здаюцца розныя пачвары. Калі ўсё ж удавалася заваладаць жаданай раслінай, шчасліўчык павінен быў не аглядваючыся ісці дадому. Калі ён усё ж паглядзіць назад, кветка ў адзін момант прападзе.

Найбольш папулярны сюжэт пра тое, як у абутак хлопца ці мужчыны, што згубіў у лесе жывёлу, выпадкова трапіла папараць-кветка і ён набыў звышнатуральныя веды і магчымасці, вяскоўцы старэйшага ўзросту пераказваюць і сёння: «Расказвалі колісь: адзін чалавек валы загубіў, якраз на Купала. Пашоў тыя валы шукаць, дайшоў да цвьятка, да папараці. Ня бачыў, а цвьяток упаў яму ў лапаць. Кагда ён етага цвьятка знойдзя, знацьма, што гавораць вераб’і, што гавораць коні, валы – усё знацьма. Ён ідзе, а валы ляжаць, дай гаворыць: «Хадзем, а то наш хазяін шукае нас, а мы ляжым». «Што-та мае валы загаварылі? Я ня знаю, што так?» Аж ідзе чалавек проці яго, да кажа: «На табе сапагі, а мне дай лапці» Эта ішоў нячысты, а ён ня знаў і памяняў. Калі ж ён чобаты адзяваць, а эта ня чобаты, а пні асінавыя. Зараз нячысты ўсе зная» (Агаф’я Грэська, 1909 г.н., в. Бяланавічы, Петрыкаўскі раён, Гомельская вобласць) [2].

Напрыканцы свята пад раніцу ўсе ўдзельнікі ішлі сустракаць узыход сонца, якое, паводле народнага меркавання, на Купалле грае, гэта значыць, дзеліцца на кругі, якія разыходзяцца, мігцяць і сыходзяцца зноў: «На Купальле сонца йграе. І праўда, я адзін год глядзела, яно купаецца: схаваецца – і назад, схаваецца – і назад. Красіва купаецца» (Вольга Міхнавец, 1937 г.н., в. Ананьчыцы, Салігорскі раён, Мінская вобласць).

Купалле немагчыма ўявіць і без ранішняга купання або качання ў расе, каб набрацца здароўя і прыгажосці на цэлы год. Вяртаючыся са свята, дзяўчаты абыходзілі свае засеяныя палі і па вуглах іх утыкалі па галінцы, каб загарадзіць ведзьме доступ на ніву; хлопцы ўбівалі на сваіх землях па вуглах асінавыя калы, наверх якіх клалі каменчыкі, каб засцерагчы пасевы ад граду. У некаторых месцах дзяўчаты пасля купальскіх гулянняў сахой аралі зямлю вакол вёскі ці абносилі абрубак дрэва і барану. Часта яны пры гэтым распраналіся да ніжняй сарочкі, распускалі валасы.

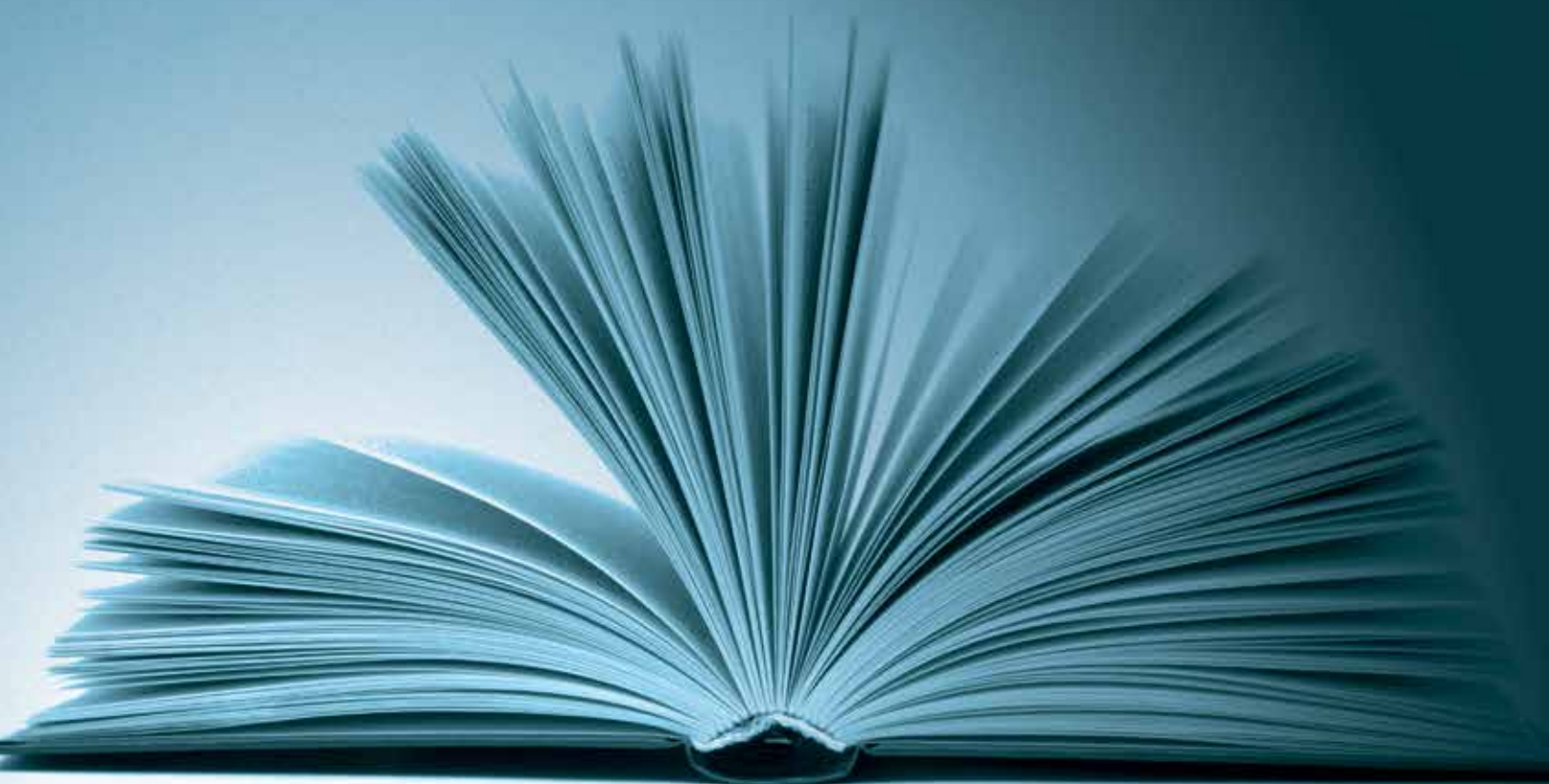
Купалле... Чароўная казка... І як усялякая казка, яна не магла цягнуцца бясконца. Гаснуў купальскі агонь, узыходзіла, іграючы, сонца, і людзі, прасветленыя, адноўленыя, далучаныя да вялікай таямніцы быцця, натхнёныя харакствам навакольнага свету, вярталіся да сваіх штодзённых клопатаў і цяжкай сялянскай працы. ■

Фота аўтара

СПІС ВЫКАРЫСТАНЫХ КРЫНІЦ

1. Традиційная мастацкая культура беларусаў. У 6 т. Т. 2. Віцебская Падзвінне / Т. Б. Варфаламеева, А. М. Боганева, М. А. Козенка і інш.; Складальнік Т. Б. Варфаламеева. – Мінск, 2004.
2. Традиційная мастацкая культура беларусаў. У 6 т. Т. 6. Гомельскае Палессе і Падыяроўе. У 2 кн. Кн. 1 / Т. В. Валодзіна [і інш.]; ідэя і агул. рэдагаванне Т. Б. Варфаламеевай. – Мінск, 2012.

*С 1926 года вместе
с белорусской
наукой*



МИР НАУЧНОЙ КНИГИ

Издательский дом «Белорусская наука»

ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск, Беларусь
+375 17 369 94 02 • +375 17 369 83 27 • info@belnauka.by • <http://belnauka.by>

ЗНАТЬ
ВСЕ НЕВОЗМОЖНО,
НО **МОЖНО**
УЗНАТЬ
БОЛЬШЕ

научно-практический журнал
Наука
И ИННОВАЦИИ

220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129
тел./факс: (+375 17) 284-16-12 e-mail: nii2003@mail.ru

www.innosfera.by

ПОДПИСНЫЕ
ИНДЕКСЫ:

00753
007532

