

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК У СФЕРІ БІОТЕХНОЛОГІЙ

© 2017 СВЯТУХА І. А.

УДК 330:338.2+573.6.086.83

Святуха І. А. Світові тенденції досліджень і розробок у сфері біотехнологій

Метою статті є дослідження взаємозалежності між способом і масштабами підтримки біотехнологічних розробок, з одного боку, та обраною біоекономічною стратегією країни – з іншого. Проаналізовано масштаби витрат компаній та урядів деяких країн на біотехнологічні дослідження та розробки, визначено країни-лідери за показником абсолютних і відносних витрат. Досліджено розподіл біотехнологічних досліджень і розробок за сферою їх застосування. Встановлено взаємозв'язок між розміром і джерелом фінансової підтримки біотехнологічних досліджень та біоекономічною стратегією, ухваленою урядом певної країни. Проаналізовано особливості розвитку біоекономіки в розвинених країнах, зокрема – у країнах Великої Сімки, а також у деяких країнах, що розвиваються. Проведено порівняльний аналіз двох підходів державного регулювання та підтримки: «висхідний» та «низхідний», які відрізняються ступенем фінансової підтримки досліджень у сфері біотехнологій та розвитку біоекономіки.

Ключові слова: біотехнології, біотехнологічні дослідження та розробки, біоекономіка, біоекономічна стратегія.

Рис.: 4. **Табл.:** 4. **Бібл.:** 8.

Святуха Ірина Анатоліївна – аспірантка кафедри міжнародних економічних відносин, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна (пл. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

E-mail: iryna.sviatukha@gmail.com

УДК 330:338.2+573.6.086.83

Святуха И. А. Мировые тенденции исследований и разработок в сфере биотехнологий

Целью статьи является исследование взаимозависимости между способом и масштабами поддержки разработок в области биотехнологий, с одной стороны, и избранной биоэкономической стратегией – с другой. Проанализированы масштабы расходов компаний и правительств некоторых стран на биотехнологические исследования и разработки, определены государства-лидеры по показателю абсолютных и относительных затрат. Исследовано распределение исследований и разработок в области биотехнологий по сфере их применения. Установлена взаимосвязь между размером и источником финансовой поддержки биотехнологических исследований и биоэкономической стратегией, принятой правительством определенной страны. Проанализированы особенности развития биоэкономике в развитых странах, в частности – в государствах Большой Семки, а также в некоторых развивающихся странах. Проведен сравнительный анализ двух подходов государственного регулирования и поддержки: «восходящий» и «нисходящий», которые отличаются степенью финансовой поддержки исследований в области биотехнологий и развития биоэкономике.

Ключевые слова: биотехнологии, биотехнологические исследования и разработки, биоэкономика, биоэкономическая стратегия.

Рис.: 4. **Табл.:** 4. **Библ.:** 8.

Святуха Ирина Анатольевна – аспирантка кафедры международных экономических отношений, Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина (пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина)

E-mail: iryna.sviatukha@gmail.com

UDC 330:338.2+573.6.086.83

Sviatukha I. A. The Worldwide Trends of Research and Development in the Sphere of Biotechnology

The article is aimed at studying the relationship between the way and scope of support for biotechnology development on the one hand and the chosen bioeconomic strategy on the other. The scale of expenditure by companies and governments in some countries on biotechnology research and development has been analyzed, and the leading states by the indicator of absolute and relative costs have been identified. The distribution of biotechnology research and development by the sphere of their application has been studied. A relationship between the size and source of financial support for biotechnology research and the bioeconomic strategy, adopted by the government of a given country, has been determined. Characteristics of the development of bioeconomy in the developed countries, particularly in the G-7 states, as well as in some developing countries, have been analyzed. A comparative analysis of two approaches to the government regulation and support: «bottom-up» and «top-down», which have a different degree of financial support for biotechnology research and bioeconomic development, have been carried out.

Keywords: biotechnology, biotechnological research and development, bioeconomy, bioeconomic strategy.

Fig.: 4. **Tbl.:** 4. **Bibl.:** 8.

Sviatukha Iryna A. – Postgraduate Student of the Department of International Economic Relations, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

E-mail: iryna.sviatukha@gmail.com

Розвиток біотехнологій є світовим трендом, що з кожним роком приводить до розширення використання нових біологічних систем як основи для досліджень та появи нових методів впливу на них. Саме тому наразі постає проблема оцінки масштабів та напрямків біотехнологічних досліджень і розробок, оскільки від результативності їх виконання залежить успіх подальшого практичного використання біотехнологій у різних галузях економіки. Актуальність обраної теми полягає не тільки в необхідності виявлення країн – лідерів за обсягами видатків на біотехнологічні дослідження та розробки, але й у встановленні найбільш перспективних напрямків розвитку галузі біотехнологій як

такої, що здатна якісно змінити підхід до виробництва товарів та послуг у цілому.

Об'єктом дослідження є сучасні тенденції підтримки біотехнологічних досліджень і розробок у країнах світу.

Предметом дослідження є обсяги та підходи до фінансування біотехнологічних досліджень і розробок у державному та приватному секторах.

Метою роботи є встановлення взаємозалежності між способом і масштабами підтримки біотехнологічних досліджень, з одного боку, та обраною біоекономічною стратегією країни – з іншого.

Основою теоретико-методологічної та інформаційно-емпіричної бази дослідження стали доповіді та аналітичні матеріали Організації економічного співробітництва та розвитку, Європейської Комісії, зокрема – підготовлені в рамках програми «Горизонт 2020», та Ради Німеччини з біоекономіки. Особливостям розвитку біоекономіки та підтримки біотехнологічних досліджень присвячено багато робіт сучасних закордонних учених, а саме: Е. Беккера, В. Бікмана, Х. Боуза, П. Дікхофа, Б. Ель-Цичаклі, Р. Карлсона, Н. Каутто, Л. Кеннона, К. МакКорміка, Г. Овербіка, К. Патермана та С. Фанда. Вказану проблему вивчає також низка українських дослідників, таких як: Т. Груздова, М. Кизим, І. Матюшенко, Т. Юхновська та інші.

Біотехнологічні дослідження та розробки спрямовані на виявлення нових видів біотехнологій і пошук сфер їх корисного застосування. Сьогодні не тільки держави, але й компанії ініціюють та проводять дослідження у галузі біотехнологій, а отже, питання щодо обсягу фінансування та об'єктів біотехнологічних досліджень і розробок є досить актуальним.

Лідером за абсолютними показниками витрат на біотехнологічні дослідження та розробки в бізнес-секторі є США [7]. У 2014 р. американські компанії витратили майже 39 млрд дол. на дослідження у сфері біотехнологій. До п'ятірки лідерів за цим показником також входять Франція, Швейцарія, Південна Корея та Німеччина (табл. 1).

Проте за відносними показниками, а саме – за витратами на біотехнологічні дослідження та розробки як частини BERD рейтинг країн виглядає інакшим (рис. 1).

Так, за цим відносним показником США знаходяться на 5 місці, поступаючись Швейцарії, Данії, Ірландії та Естонії. Словаччина, обіймаючи найнижчу позицію за абсолютним показником витрат, випереджає Південну Корею, Німеччину, Японію, Канаду, Росію, Австрію, Австралію, Фінляндію, ПАР та Мексику за відносним показником.

Окремої уваги заслуговує розгляд витрат на біотехнологічні дослідження та розробки публічних компаній провідних європейських країн. За рейтингом, зображеним на рис. 2, найбільші інвестиції в біотехнологічні дослідження роблять публічні компанії Велико-

Таблиця 1

Витрати на біотехнологічні дослідження та розробки в бізнес-секторі

Країна	Витрати на біотехнологічні дослідження і розробки, млн дол. ПКС	Рік	Витрати на біотехнологічні дослідження і розробки як частина BERD ¹ , %
1	2	3	4
США	38565,3	2014	12
Франція	3267,9	2012	9,1
Швейцарія	2560	2012	27,8
Південна Корея	1414,4	2014	2,5
Німеччина	1344	2015	1,8
Японія	1230,1	2010	1,2
Данія	1082,2	2013	22
Іспанія	801,4	2014	7,9
Бельгія	660,8	2011	11,3
Італія	603,8	2014	3,9
Нідерланди	420,2	2010	6,9
Швеція	411,7	2013	4,2
Ізраїль	400,5	2010	5,7
Ірландія	380,9	2011	17,2
Канада	308,4	2013	2,5
Росія	223,0	2015	0,9
Польща	189,1	2014	4,5
Чехія	183,4	2014	5
Австрія	177,7	2014	2
Норвегія	152,2	2014	4,9
Австралія	120,5	2010	1
Фінляндія	111,3	2011	2,1
Португалія	88,5	2014	5
ПАР	69,6	2009	3

1	2	3	4
Словенія	69,2	2014	6
Мексика	35,4	2013	1,1
Естонія	30,6	2014	13,2
Словаччина	10,5	2011	3,2

Примітка: ¹ – BERD (Business Enterprise R&D Spending) – витрати компаній на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи.

Джерело: складено за [1].

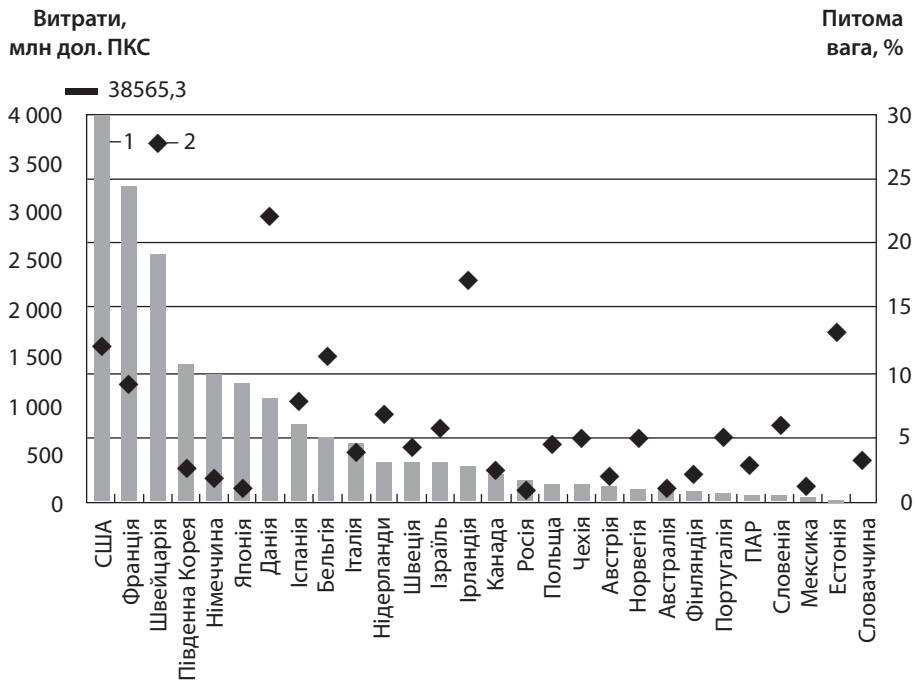


Рис. 1. Абсолютні та відносні витрати на біотехнологічні дослідження та розробки в бізнес-секторі:

1 – сукупні витрати на дослідження та розробки у сфері біотехнологій, млн дол. ПКС; 2 – витрати на біотехнологічні дослідження та розробки як частина BERD (права шкала), %.

Джерело: складено за [1].

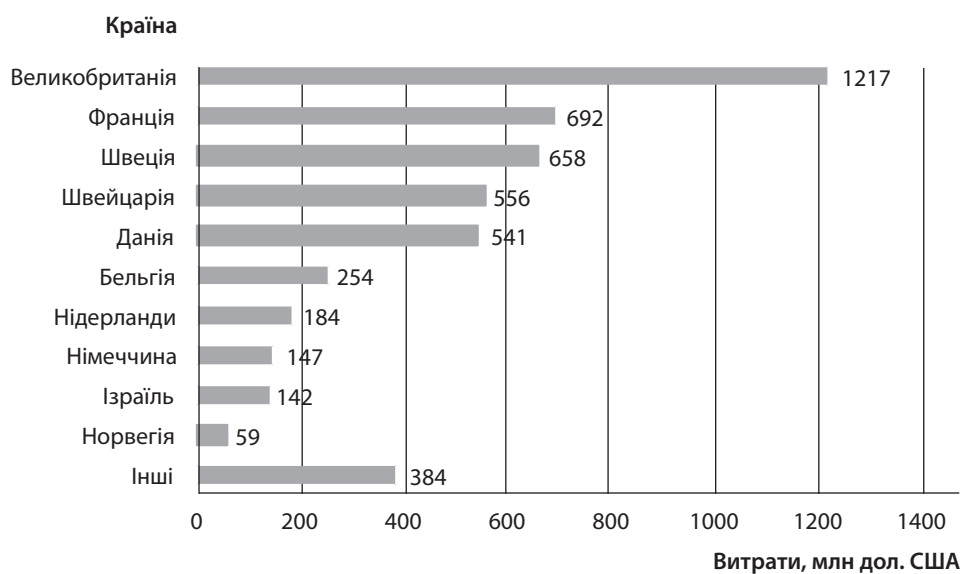


Рис. 2. Рейтинг провідних європейських країн за обсягом витрат публічних біотехнологічних компаній на дослідження і розробки [2]

британії. Німеччина за цим показником знаходиться на восьмому місці, тому очевидно, що значна частина біотехнологічних досліджень у цій країні проводиться на базі приватних компаній, що дозволяє Німеччині поряд з Великобританією очолювати список найбільш розвинутих європейських країн у галузі біотехнологій.

Сьогодні найбільш численною біотехнологічною галуззю за кількістю науково-дослідних проєктів є сфера охорони здоров'я, зокрема – біомедицина та біофармацевтика. Так, наприклад, у Австрії біотехнологічні дослідження у сфері охорони здоров'я займають 93% від кількості усіх досліджень у галузі біотехнологій, у Бельгії – 91%, в Італії – 90%, у Німеччині – 82%. Другим напрямком біотехнологій за показником кількості досліджень і розробок є виробничі процеси, а третім – сільське господарство (рис. 3).

Державні витрати на біотехнологічні дослідження та розробки визначаються як сума урядових видатків та видатків у секторі вищої освіти на дослідження у сфері біотехнологій [3]. Найбільший обсяг власних (внутрішніх) видатків на дослідження та розробки у сфері біотехнологій у державному секторі та секторі вищої освіти характерний для Німеччини, Південної Кореї, Росії та Іспанії (табл. 2).

Водночас, якщо розглядати власні (внутрішні) видатки на дослідження та розробки у сфері біотехно-

логій у державному секторі та секторі вищої освіти як частку від сукупних державних видатків на дослідження та розробки, то лідером за цим відносним показником буде Південна Корея, друге місце посідає Німеччина, третє – Іспанія. Росія, яка потрапила у трійку лідерів за абсолютним показником власних (внутрішніх) видатків на дослідження та розробки у сфері біотехнологій, є шостою за відносним показником (рис. 4).

Загалом, цей показник демонструє значення, яке держава надає дослідженням і розробкам у сфері біотехнологій. Середній відносний показник власних (внутрішніх) видатків на дослідження та розробки у сфері біотехнологій у державному секторі та секторі вищої освіти за сімнадцятьма розглянутими країнами становить 8,78% (розраховано як середнє арифметичне власних (внутрішніх) видатків на дослідження та розробки у сфері біотехнологій у державному секторі та секторі вищої освіти як частки сукупних державних видатків на дослідження та розробки).

Варто зазначити, що розмір державної підтримки досліджень тієї або іншої галузі біотехнологій зумовлений обраною біоекономічною стратегією, ухваленою урядом певної країни. Так, США, Німеччина та Японія розробили деталізовані стратегії з прискорення використання біомаси та біологічних наук. Інші держави, такі як Канада або Італія, діють більш прагматично і за допомогою своїх стратегічних документів намагаються

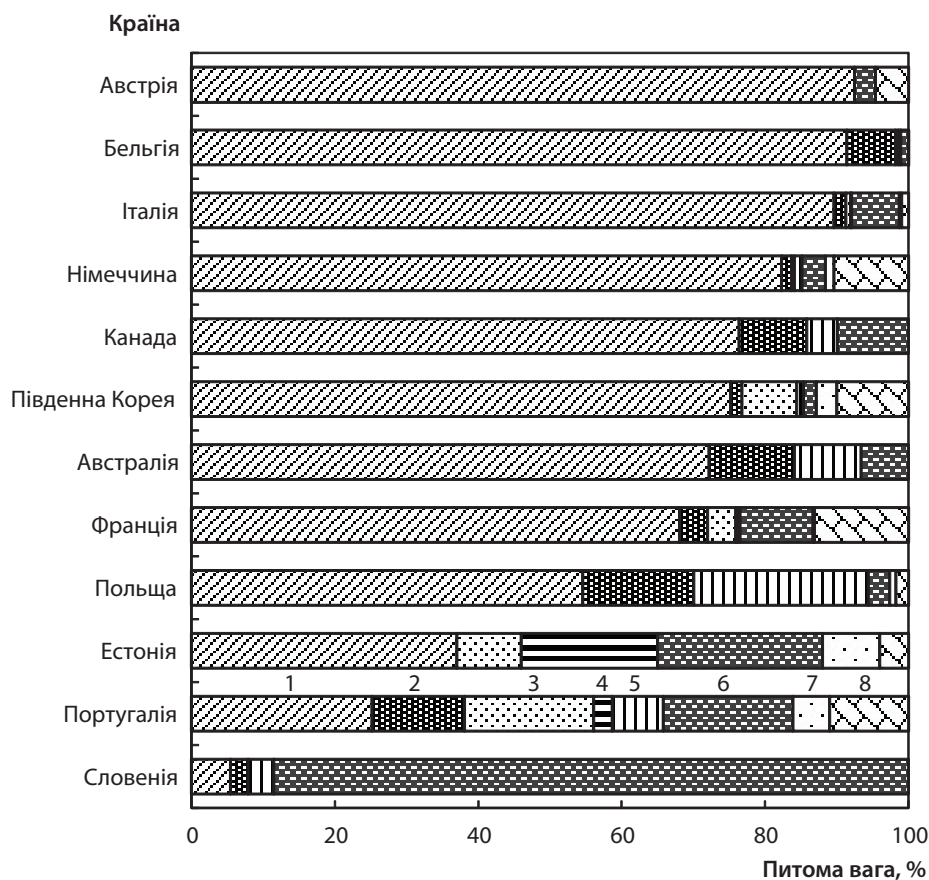


Рис. 3. Розподіл біотехнологічних досліджень і розробок за сферою застосування:

1 – охорона здоров'я; 2 – сільське господарство; 3 – харчова промисловість; 4 – природні ресурси; 5 – довкілля; 6 – виробничі процеси; 7 – біоінформатика; 8 – інше.

Джерело: складено за [1].

Власні (внутрішні) видатки на дослідження та розробки у сфері біотехнологій у державному секторі та секторі вищої освіти

Країна	Власні (внутрішні) видатки на дослідження та розробки у сфері біотехнологій у державному секторі та секторі вищої освіти, млн дол. США ПКС	Власні (внутрішні) видатки на дослідження та розробки у сфері біотехнологій у державному секторі та секторі вищої освіти як частка сукупних державних видатків на дослідження та розробки, %	Рік
Південна Корея	3017,6	20,61	2014
Німеччина	6764,3	20,52	2012
Іспанія	1367	15,14	2014
Ірландія	108,7	11,83	2013
Бельгія	398,5	11,75	2013
Росія	1715,1	10,69	2015
Чехія	267,6	9,36	2014
Нідерланди	110,9	7,28	2010
Італія	285,1	7,24	2013
ПАР	122,9	6,06	2009
Словаччина	33,3	6,03	2011
Польща	266,5	5,56	2014
Фінляндія	119	5,41	2011
Норвегія	44,1	5,02	2014
Португалія	68,4	3,43	2014
Данія	56,8	2,02	2014
Словенія	4,4	1,29	2014

Джерело: складено за [1].

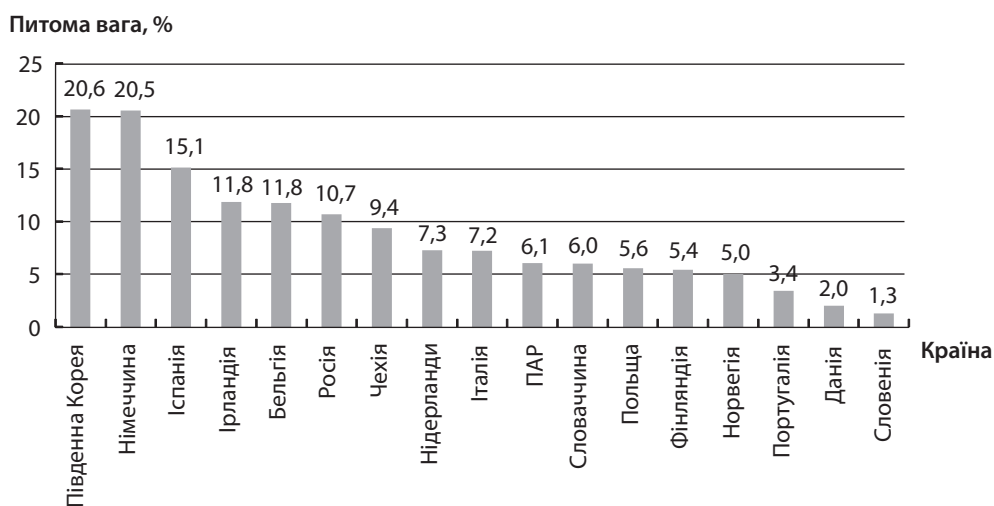


Рис. 4. Власні (внутрішні) видатки на дослідження та розробки у сфері біотехнологій у державному секторі та секторі вищої освіти як частка сукупних державних видатків на дослідження та розробки [1]

посилити існуючий приватний сектор і дослідження з бюджетним фінансуванням.

Перша група країн, до якої, окрім вищезазначених США, Німеччини та Японії входять також Фінляндія, Норвегія та Нідерланди, застосовує «низхідну» біоекономічну стратегію. Це означає, що розвиток біоекономіки зумовлений, перш за все, державною політикою, яка спрямована на розробку страте-

гій та планів для формування та поширення економіки, заснованої на активному використанні біотехнологій.

Німеччина має стратегію «Біоекономіка 2030», яка окреслює національний підхід до постнафтової економіки. Виконання стратегії координує Федеральне міністерство освіти та наукових досліджень, яке, крім того, заснувало Національну біоекономічну раду, яка відповідає за розробку релевантних пропозицій для розгляду урядом. Інші країни адаптували так звану «низхідну»

стратегію розвитку національної біоекономіки та зосередилися на організації дослідницьких програм на основі державного та спільного – державного та приватного – фінансування (Фінляндія, Норвегія). У Нідерландах функціонує чотирьохстороннє співробітництво між державою, НДДКР, бізнесом і громадськими організаціями, які разом розвивають сталє виробництво на базі біотехнологій.

До другої групи країн, які використовують «висхідну» стратегію розвитку біоекономіки, окрім Канади та Італії, входять Бельгія та Франція. Насамперед, вони орієнтовані на ініціативи, які фінансуються та підтримуються промисловістю або місцевими органами влади, оскільки вважають, що на національному рівні уряди вичерпали себе у сфері розробки базових умов через «посівне» фінансування та впровадження різних стимулів (екологічні закупки, пільгові тарифи для біоенергетики та ін.). Так, наприклад, у Бельгії Уряд Фландрії розробив стратегію, спрямовану на заохочення існуючих і майбутніх ключових суб'єктів у сфері біоекономіки визначати та використовувати релевантні можливості самостійно [4].

У табл. 3 показано особливості підходів до стратегічного розвитку біоекономіки в ЄС і країнах Великої Сімки.

Країни, що розвиваються, також намагаються зкласти підвалини розвитку своєї біоекономіки у вигляді

ухвалення стратегічних документів та визначення пріоритетних напрямків розвитку біотехнологій (табл. 4).

ВИСНОВКИ

Очевидно, що біоекономічні стратегії та системи стимулів розвитку пріоритетних біотехнологій відрізняються одне від одного в різних країнах. Проте фактором, який об'єднує всі вищезазначені країни (не обмежуючись тільки ними), є визнання біотехнологій одними з ключових високоефективних технологій (Key Enabling Technologies) з широкою сферою використання.

Біотехнологічні дослідження займають велику частку в дослідженнях і розробках, що фінансуються державами світу та на основі державно-приватного партнерства. У провідних країнах світу, зокрема, країнах ЄС-15 основана увага біотехнологічних досліджень зосереджена на питаннях охорони здоров'я та фармацевтики. Проте в кожній країні є власні особливості та пріоритети розвитку біотехнологій.

Розвиток біотехнологій регламентується та підтримується законодавчими актами як провідних держав світу, так і тих, що розвиваються, а саме, прийняттям стратегій, концепцій, законів тощо. З метою розвитку біотехнологій у світі використовується два підходи державного регулювання та підтримки: «висхідний» та «низхідний», які відрізняються ступенем фінансової

Таблиця 3

Огляд біоекономічних стратегій ЄС і країн Великої Сімки

Країна / Об'єднання	Назва стратегії	Ключові виконавчі суб'єкти	Основні сфери фінансування
Канада	«Зростання вперед» («Growing Forward»)	Міністерство сільського господарства	Дослідження та розробки у сфері поновлюваних ресурсів та біоматеріалів, біоенергетика
ЄС	«Інновації для сталого розвитку» («Innovating for Sustainable Growth»)	Генеральна Дирекція з науки, дослідження та інновацій	Дослідження і розробки (Горизонт 2020), державно-приватні партнерства
Франція	Пакет регламентуючих документів у сфері біоекономіки	Міністерство екології, Міністерство досліджень	Біоенергетика, екологічно чисті хімічні речовини, кластери, циркулярна економіка ¹
Німеччина	1. Стратегія з досліджень у сфері біоекономіки. 2. Політика стратегії з біоекономіки	1. Міністерство досліджень. 2. Міністерство сільського господарства	Дослідження і розробки з харчової безпеки, сталє сільське господарство, здорове харчування, виробничі процеси, біоенергетика
Великобританія	Пакет регламентуючих документів у сфері біоекономіки	Парламент, Департаменти енергії та клімату, довкілля, транспорту та бізнесу	Біоенергетика, наукові дослідження і розробка технологій у сфері сільського господарства
Італія	Біоекономічна стратегія відсутня	–	Участь у програмах ЄС
Японія	Виробничі стратегії та стратегії утилізації біомаси	Кабінет Міністрів Японії, Національна рада з порядку використання біомаси	Дослідження та розробки, циркулярна економіка, регіональний розвиток
США	1. Концепція біоекономіки (<i>Bioeconomy Blueprint</i>). 2. Закон про сільське господарство	1. Виконавчий офіс Президента США. 2. Міністерство сільського господарства США	1. Науки про життя (біомедицина). 2. Сільське господарство

Примітка: ¹ – циркулярна економіка – загальна назва діяльності, спрямованої на енергозбереження, регенеративне екологічно чисте виробництво та споживання.

Джерело: складено за [5; 8].

Огляд біоекономічних стратегій країн, що розвиваються

Країна	Перспективні галузі	Біоекономічні стратегії	Стратегічні цілі	Цільові сектори
Кенія	Новітні технології	Національна стратегія з біопіратства ¹ (2011 р.), Національна стратегія розвитку біотехнологій (2006 р.)	Економічний розвиток, підвищення добробуту, безпека здоров'я, продовольства та навколишнього середовища	Сільське господарство, охорона здоров'я
Танзанія	Новітні технології	Національна політика з біотехнологій (2010 р.)	Економічний розвиток, подолання бідності, продовольча безпека	Сільське господарство, охорона здоров'я
Уганда	Біоенергетика, новітні технології	Стратегія з енергії біомаси Уганди (2014 р.), Національна політика з біотехнологій та біобезпеки (2008 р.), Політика з поновлюваної енергії Уганди (2007 р.)	Безпека здоров'я, енергетична та продовольча безпека, конкурентоспроможність, економічний розвиток, подолання бідності, збереження довкілля	Сільське господарство, агрономія, охорона здоров'я
Намібія	Дослідження та розробки	Національна програма з досліджень, науки, технологій та інновацій (2015 р.)	Соціально-економічний розвиток, підвищення добробуту, конкурентоспроможність, безпека здоров'я, водопостачання, енергетична та продовольча безпека, управління екосистемою	Сільське господарство, енергетика, рибне господарство, охорона здоров'я
Нігерія	Біоенергетика	Політика та стимулювання розвитку біопалива (2007 р.)	Заміщення органічного палива, створення робочих місць, розвиток сільських та сільськогосподарських територій, трансфер технологій	Енергетика, агропромисловий та паливний сектори
Колумбія	Новітні технології	Політика комерційного розвитку біотехнологій та сталого використання біорізноманіття (2011 р.)	Економічний розвиток, підтримка національного виробництва, конкурентоспроможність	Енергетика, агропромисловий сектор, косметична галузь, охорона здоров'я
Парагвай	Новітні технології	Національна політика та програма Парагваю у сфері сільсько- та лісгосподарських біотехнологій (2011 р.)	Великі соціальні виклики, розвиток сільських територій, подолання бідності, конкурентоспроможність, продовольча безпека	Сільське та лісове господарство
Індонезія	Біоенергетика, економіка на основі використання біотехнологій, дослідження та розробки	Велика стратегія з сільського господарства (2015 р.), Національна політика з енергетики (2014 р.)	Економічний розвиток, безпека здоров'я, енергетична та продовольча безпека, інклюзивний розвиток, екологічна сталість	Енергетика, агропромисловий сектор

Примітка: ¹ – біопіратство – практика патентування транснаціональними корпораціями різних медичних, сільськогосподарських та інших ноу-хау, що є надбанням аборигенних культур.

Джерело: складено автором за [6].

підтримки досліджень у сфері біотехнологій та розвитку біоекономіки. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Key biotechnology indicators // Official website of the Organisation for the Economic Co-operation and Development. URL: <http://www.oecd.org/sti/inno/keybiotechnologyindicators.htm>

2. R&D spending of public biotech companies in European countries 2013. Statista // The Statistics Portal. URL: <https://www.statista.com/statistics/215223/european-countries-based-on-public-biotech-company-rundd-spending/>

3. Key biotechnology & nanotechnology indicators: a comparison 2013 // Official website of the Organisation for the Economic Co-operation and Development. URL: https://www.oecd.org/sti/biotech/KNI_KBI_Nov_2013.pdf

4. Review of bioeconomy strategies at regional and national levels/G. Overbeek, E. de Bakker, V. Beekman and others // BioSTEP. URL: http://www.bio-step.eu/fileadmin/BioSTEP/Bio_documents/BioSTEP_D2.3_Review_of_strategies.pdf

5. Dieckhoff P., El-Cichakli B., Patermann C. Bioeconomy Policy (Part I). Synopsis and Analysis of Strategies in the G7/German Bioeconomy Council. Berlin: Office of the Bioeconomy Council, 2015. 58 p.

6. Fund C., Dieckhoff P., El-Cichakli B., Patermann C. Bioeconomy Policy (Part II). Synopsis of National Strategies around the World/German Bioeconomy Council. Berlin: Office of the Bioeconomy Council, 2015. 134 p.

7. Carlson R. Estimating the biotech sector contribution to the US economy. *Nature Biotechnology*. 2016. No. 34. P. 247–255.

8. McCormick K., Kautto N. The bioeconomy in Europe: an over view. *Sustainability*. 2013. No. 5. P. 2589–2608.

Науковий керівник – Матюшенко І. Ю., доктор економічних наук, професор кафедри міжнародних економічних відносин Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

REFERENCES

Carlson, R. "Estimating the biotech sector contribution to the US economy". *Nature Biotechnology*, no. 34 (2016): 247-255.

Dieckhoff, P., El-Cichakli, B., and Patermann, C. *Bioeconomy Policy (Part I). Synopsis and Analysis of Strategies in the G7*. Berlin: Office of the Bioeconomy Council, 2015.

Fund, C. et al. *Bioeconomy Policy (Part II). Synopsis of National Strategies around the World*. Berlin: Office of the Bioeconomy Council, 2015.

"Key biotechnology & nanotechnology indicators: a comparison 2013" Official website of the Organisation for the Economic Co-operation and Development. https://www.oecd.org/sti/biotech/ KNI_KBI_Nov_2013.pdf

"Key biotechnology indicators" Official website of the Organisation for the Economic Co-operation and Development. <http://www.oecd.org/sti/inno/keybiotechnologyindicators.htm>

McCormick, K., and Kautto, N. "The bioeconomy in Europe: an over view". *Sustainability*, no. 5 (2013): 2589-2608.

"R&D spending of public biotech companies in European countries 2013. Statista" The Statistics Portal. <https://www.statista.com/statistics/215223/european-countries-based-on-public-biotech-company-rundd-spending/>

"Review of bioeconomy strategies at regional and national levels". BioSTEP. http://www.bio-step.eu/fileadmin/BioSTEP/Bio_documents/BioSTEP_D2.3_Review_of_strategies.pdf