

БЛЮМ

Ярослав Борисович — академік НАН України, доктор біологічних наук, професор, директор Державної установи «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»

ЛЕВЧУК

Олег Миколайович — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник апарату Президії НАН України

РАХМЕТОВ

Джамал Бахлул огли — доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач відділу нових культур Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України

РАХМЕТОВ

Сергій Джамалович — аспірант кафедри економіки підприємства Національного університету біоресурсів і природокористування України



УДК 620.95 + 581.6

БІОЛОГІЧНІ РЕСУРСИ І ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА РІЗНИХ ВИДІВ БІОПАЛИВ

**Наукова конференція «Біологічні ресурси
і новітні біотехнології виробництва біопалив»**

9–10 вересня 2014 р. у Києві в рамках цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Біологічні ресурси і новітні технології біоенергоконверсії» відбулася наукова конференція «Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив». Організатори заходу — Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України», Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України та Українське товариство клітинних біологів і біотехнологів. У статті наведено окремі результати досліджень авторів зі створення високоефективних культур для виробництва різних видів біопалив та оцінювання їх енергетичної продуктивності.

В епоху глобалізації та інтенсифікації економічного розвитку нагальною проблемою стає задоволення постійно зростаючих потреб людства, особливо енергетичних, оскільки саме енергія є рушійною силою найрізноманітніших процесів, пов'язаних із забезпеченням життєдіяльності людини. На сьогодні у світі 35% енергетичних потреб покривається завдяки використанню нафти, 23% — вугілля, 21% — природного газу, 7% — ядерного палива. Усі ці ресурси є непоновлюваними. Мало того, за різними прогнозами, рентабельних енергетичних ресурсів лишилося не так уже й багато: за нинішніх темпів видобування вугілля вистачить приблизно на 200 років, а природного газу, нафти та ядерного палива — на 40 років.

Поновлювані енергетичні джерела (сонячна, вітрова, гідроенергія тощо) становлять у загальному балансі енергетичних витрат близько 14%, причому реальні можливості збільшення їх частки досить обмежені. Поряд з іншими способами енергозабезпечення дедалі актуальнішим стає пошук ефективних альтернативних джерел отримання відновлюваної енергії.

Упродовж багатьох тисячоліть продукти фотосинтезу забезпечували існування життя на Землі. З огляду на різке змен-



Учасники конференції в день пленарного засідання з біологічного напрямку. 9 вересня 2014 р.

шення запасів невідновлюваних видів палива використання біомаси для виробництва твердих, рідких та газоподібних палив набуває дуже великого значення. Ефективність акумуляції сонячної енергії біомасою становить від 0,8% (у польових умовах) до прогнозованих 5% (у разі забезпечення високого рівня агробіотехнологій). Ще з давніх часів саме цей вид палива був для людства основним джерелом енергії, і сьогодні його роль знову зростає, зважаючи на біоекологізацію життєвих умов на Землі та розвиток ефективних методів перетворення енергії зелених рослин на необхідні людині види енергії. Серед таких джерел варто насамперед відзначити перетворення через фотосинтез енергії сонця на корисну енергетичну сировину для виробництва різних видів біопалива (біоетанолу, біодизелю, біогазу, твердого біопалива тощо) [1, 2]. Чимало в цьому напрямі вже зроблено в різних країнах світу [3, 4].

На сьогодні у структурі альтернативної енергетики світу енергія біомаси становить близько 13% (рис. 1). За прогнозами вчених,

до 2040 р. частка відновлюваних джерел енергії сягне 47,7%, а внесок біомаси збільшиться до 23,8%.

В Україні є всі передумови для організації широкомасштабного виробництва біопалив, проте їх частка в енергетичному балансі країни залишається незначною. Враховуючи загальнонаціональну важливість проблеми зниження залежності нашої держави від імпортованих енергоносіїв, учені Національної академії наук України завжди приділяли цьому питанню значну увагу. Раніше у роботі [5] вже було частково розглянуто й узагальнено розробки науковців НАН України в цьому сегменті економіки, проаналізовано пріоритети й основні напрями досліджень. За участю провідних фахівців було сформовано концепцію цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Біомаса як паливна сировина» («Біопалива»), затверджену постановою Президії НАН України від 28.02.2007 № 56.

Проблема виробництва і використання біопалив є багатогранною, тому шляхи її вирішен-



Учасники конференції оглядають колекційні ділянки НБС НАН України

ня лежать у кількох площинах. По-перше, це пошук та створення найефективніших джерел біопалив (переважно рослинних ресурсів). По-друге, розроблення сучасних технологій перетворення сировини на потрібні види біопалив, а також використання побічних продуктів. По-третє, пошук і опрацювання ефективних технологій отримання енергії, забезпечення економічного й нормативного супроводу використання біопалив.

Саме розроблення цих напрямів і було головним завданням програми «Біопалива», у рамках якої виконано 51 проект за участю 20 установ з різних відділень НАН України. Комплексний підхід до вирішення проблеми дав змогу отримати вагомні результати, незважаючи навіть на значне скорочення фінансування. За результатами виконання програми «Біопалива» отримано 71 патент, 22 авторських свідоцтва на сорти, подано 31 заявку на винаходи, патенти, сорти рослин, опубліковано 14 монографій і близько 200 статей, проведено понад 200 апробацій на міжнародних і вітчизняних науково-практичних конференціях та семінарах.

З метою забезпечення постійного науково-технологічного супроводу процесу виробництва біопалив у державі, зокрема в частині впровадження новітніх технологій біоенергоконверсії для отримання біопалива і роз-

ширення його використання, послаблення залежності України від імпорту енергетичної сировини, було розроблено проект Концепції цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Біологічні ресурси і новітні технології біоенергоконверсії» на 2013–2017 рр., затвердженої Президією НАН України 20.03.2013 р.

Проміжні результати досліджень та інші роботи з цього напрямку було представлено на науковій конференції «Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив», яка відбулася 9–10 вересня 2014 р. у Києві на базі Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка (НБС) НАН України. Організатори конференції – Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України» (ІХБГ НАН України), НБС НАН України та Українське товариство клітинних біологів та біотехнологів.

Під час пленарних засідань та круглого столу фахівці з 23 науково-дослідних установ Національної академії наук України, Національної академії аграрних наук України та провідних університетів оприлюднили результати багаторічних досліджень з таких питань: біологічні ресурси та селекційно-генетичні основи створення рослин для виробництва біопалив; генно-інженерні шляхи створення нових рослин для виробництва біопалив; біотехнологічні основи біоенергоконверсії, технологічні аспекти трансформації енергетичної сировини;

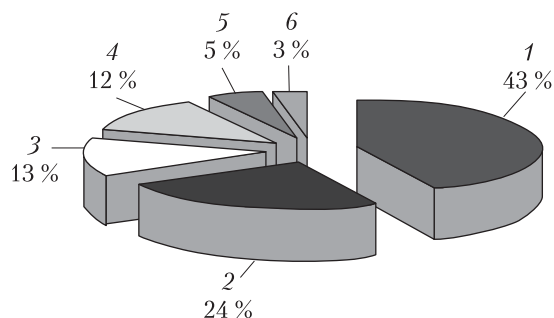


Рис. 1. Загальна структура альтернативної енергетики у світі; частка використаної енергії: 1 – тепла Землі; 2 – малих річок; 3 – біомаси; 4 – низькопотенційного тепла; 5 – сонця; 6 – вітру

перспективи новітніх технологій виробництва і використання біопалив. Загалом у конференції взяли участь понад 100 осіб, було заслухано 45 наукових доповідей.

У рамках конференції було організовано виставку, на якій представлено окремі досягнення з вирощування біоенергетичних рослин та їх подальшого використання. Експозиція охоплювала понад 20 зразків різних видів та сортів енергетичних рослин різноманітних напрямів використання (біоетанол, біодизель, біогаз, тверде біопаливо). Учасники заходу ознайомилися також з продукцією, виробленою з представлених рослинних зразків: олією, пелетами, брикетами з рослинної сировини нових високопродуктивних культур, сорти яких було створено в НБС НАН України. До речі, пелети застосовують у твердопаливних котлах вітчизняного виробництва для альтернативного опалення оранжерейного комплексу, будівель та споруд НБС НАН України. Заступник голови оргкомітету конференції д.с.-г.н. Д.Б. Рахметов провів екскурсію по колекційних ділянках енергетичних рослин відділу нових культур, на яких вирощують близько 40 сортів власної селекції, захищених авторськими свідоцтвами та патентами.

На сьогодні у світі вже досить добре визначено пріоритетні культури, які можуть слугувати цінними джерелами біопалив. Однак залежно від регіону та географічного положення тієї чи іншої країни вибір ефективних сировинних ресурсів для отримання біопалив має свою специфіку. В Україні також проведено масштабні роботи з оцінювання її біоенергетичного потенціалу, проаналізовано можливості аграрного сектору щодо джерел виробництва біопалив. Насамперед це побічні продукти виробництва сільськогосподарської продукції, а також вирощування цільових енергетичних рослин (табл. 1) [6]. Загалом енергетичний потенціал біопалив в Україні оцінюють у 27 млн т умовного палива на рік.

Біоетанол є одним із найважливіших продуктів сучасної біоекономіки. Приблизно 85% світового виробництва рідкого біопалива припадає саме на нього. В останні роки випуск

Таблиця 1. Енергетичний потенціал біомаси в Україні, 2013 р.

Вид біомаси	Енергетичний потенціал		
	Теоретичний, млн т	Частка, доступна для отримання енергії, %	Економічний, млн т ум. пал.
Солома зернових культур	30,6	30	4,54
Солома ріпаку	4,2	40	0,84
Відходи виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	40,2	40	4,39
Відходи виробництва соняшнику (стебла, кошики)	21,0	40	1,72
Вторинні відходи с/г (лушпиння, жом)	6,9	75	1,13
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	4,2	90	1,77
Біодизель (з ріпаку)	—	—	0,47
Біоетанол з кукурудзи та цукрових буряків	—	—	0,99
Біогаз з відходів та побічної продукції АПК	1,6 млрд м ³ СН ₄	50	0,97
Біогаз з полігонів ТПВ	0,6 млрд м ³ СН ₄	34	0,26
Біогаз із промислових та комунальних стічних вод	1,0 млрд м ³ СН ₄	23	0,27
Енергетичні культури:			
верба, тополя, міскантус тощо	11,5	90	6,28
кукурудза (біогаз)	3,3 млрд м ³ СН ₄	90	3,68
Торф	—	—	0,40
Усього			27,71

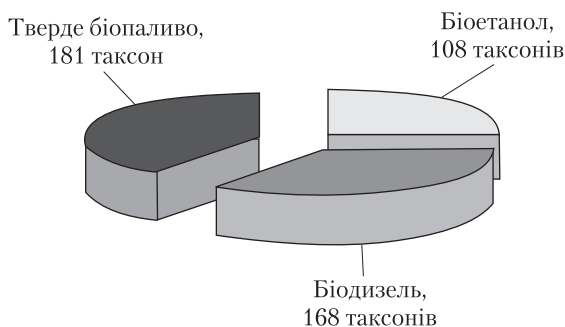


Рис. 2. Генофонд енергетичних рослин НБС НАН України

біоетанолу у світі перевищив 85 млрд л. Два найбільших виробники цього продукту, США і Бразилія, забезпечують близько 90 % сукупного виробництва, а решта припадає переважно на Китай, Канаду, ЄС (в основному Францію і Німеччину) та Індію. На біоетанол переробляють цукри та крохмаль, які одержують із цукрової тростини, цукрового буряку, кукурудзи, пшениці, сорго тощо [2, 4].

В Україні є значні перспективи розвитку виробництва біоетанолу та ринку його використання. Щорічне споживання бензину в країні становить близько 5 млн т. З початку 2014 р. законодавчо передбачено заміну частини (5% – близько 250 тис. т бензину на рік) автомобільного пального на біопаливо. Наразі в Україні немає сировини нехарчового призначення для виконання цього завдання, при тому що потреба в біоетанолі для внутрішнього споживання становить 150–250 тис. т на рік, а собівартість 1 л українського біоетанолу з кукурудзи – 4–5 грн (у цінах 2013 р.). Останнім часом на шести спиртових заводах ДП «Укрспирт» було розпочато промислове виробництво цього виду біопалива, заплановано довести обсяги випуску до 200 тис. т на рік. Досить вагомою мотивацією для подальшого розвитку цього напрямку є зняття державної монополії на виробництво біоетанолу [7].

Однією з найперспективніших для України біоенергетичних культур для виробництва біоетанолу є сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* (L.) Moench) [8]. Його вирощують також з метою отримання високоврожайної біомаси для

виробництва біогазу. Отже, цукор зі стебла сорго не є єдиною важливою складовою, оскільки біомасу рослин можна використовувати для піролізу з метою одержання синтез-газу та біонафти. Для виробництва етанолу вміст соку має бути не менш ніж 50 % маси стебел [8–10]. Для північного регіону України постає питання вибору високопродуктивних скоростиглих сортів сорго цукрового, тому створення високоадаптивних урожайних сортів цієї культури зі значним вмістом цукрів та великим кінцевим виходом біоетанолу є надзвичайно актуальним завданням.

Біодизель поступово стає одним із найважливіших видів біопалива. До 2020 р. у Європі, Бразилії, Індії та Китаї частка біодизелю в загальному обсязі автомобільного пального може досягти 20%. У разі активної державної підтримки галузі, створення сприятливого інвестиційного середовища і системи оподаткування виробництва цей показник може виявитися навіть вищим. Нині близько 90% світового споживання біодизельного палива припадає на Європу, проте найвищими темпами біодизельна галузь розвивається в США. При цьому очікується, що в 2015 р. найбільшим виробником біодизелю у світі буде Бразилія.

Залежно від регіону світу сировиною для виробництва біодизелю слугують жирні, рідше ефірні олії різних рослин або водоростей: у США – сої, в Європі – ріпаку, в Канаді – канолі, в Індії – ятрофи, у Філіппінах – кокосової олії, в Бразилії – касторової олії, в Африці – сої, ятрофи. Один із перспективних видів для отримання біодизелю – рижій посівний (*Camelina sativa* (L.) Crantz), його використовують у Північній Америці та Європі [11, 12]. Сорти рижію з високим вмістом ерукової кислоти в олії є поширеними видами сировини для виробництва біопалива [13] і як альтернативний органічний продукт [14].

Науковці НБС НАН України одними з перших в Україні розпочали систематичне вивчення потенційних енергетичних рослинних ресурсів з метою їх використання для отримання різних видів біопалив. Ще на початку 90-х років минулого століття було проведено

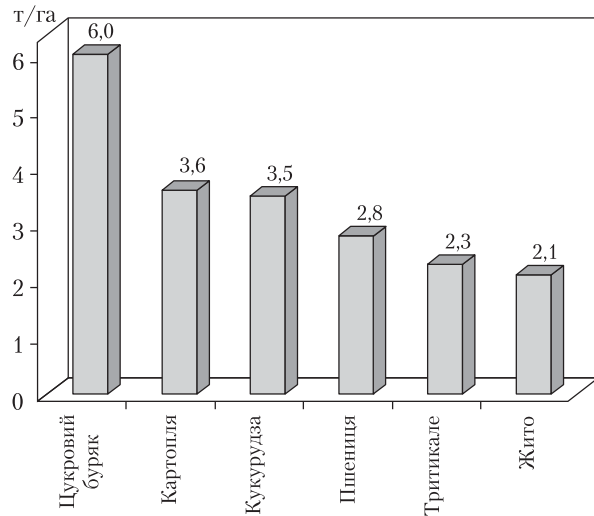
дослідження з мобілізації та оцінки перспектив застосування різних рослинних ресурсів в енергетичних цілях. Слід зазначити, що на сьогодні співробітники ботсаду сформували генофонд енергетичних рослин різного напрямку використання, який за своїми масштабами є одним із найбільших у Європі (рис. 2).

Поряд з інтродуцентами та малопоширеними культурами, важливе місце в цьому переліку належить власним формам, гібридам і сортам енергетичних рослин, створеним на основі різних селекційних та біотехнологічних методів (загалом 28 сортів).

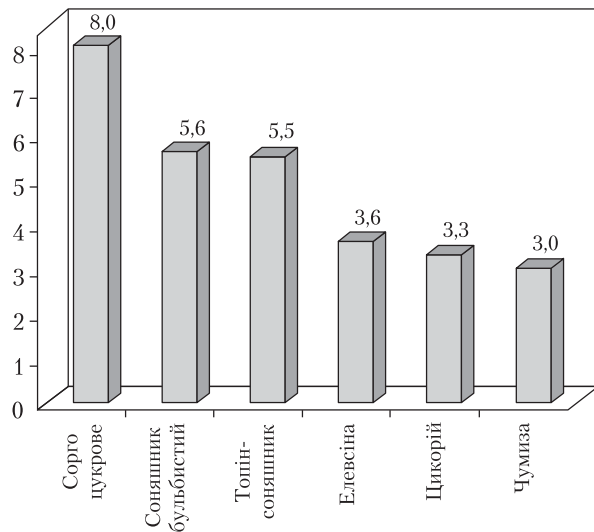
Із найперспективніших нових цукроносних культур у НБС НАН України створено цінний генофонд сорго цукрового (29 зразків), міскантусу (20), проса прутоподібного (12) та пальчастого проса (9), які характеризуються скоростиглістю, посухостійкістю, високою врожайністю насіння або фітомаси, великим вмістом вуглеводів у зерні або в надземній масі та виходом біоетанолу. Ці рослини можуть повною мірою забезпечити в умовах України високий продуктивний потенціал і вихід біоетанолу з одиниці площі, порівнянний з традиційними культурами (цукровий буряк, картопля, пшениця тощо). За допомогою методів класичної селекції, а в ряді випадків і шляхом їх поєднання з методами молекулярної генетики та біотехнології спільно з ІХБГ НАН України створено високопродуктивні сорти Ботанічний та Енергодар сорго цукрового, сорти Ярослав-8 та Євгенія пальчастого проса (елевсіна або дагуса) і сорт Колумбо сорго багаторічного для виробництва біоетанолу. Порівняння продуктивності нових інтродуцентів з традиційними цукроносними культурами наведено на рис. 3.

Нові сорти й гібриди цукроносних культур вирізняються високою пластичністю та продуктивністю і гарантовано забезпечують урожайність насіння зернокультур від 3 до 8 т/га, урожайність бульб — 40–60 т/га. Розрахунковий вихід етанолу з одного гектара залежно від культури та сорту становить від 150 до 900 дкл/га.

Нові форми та сорти соргових культур у період технічної стиглості фітомаси формують



a



b

Рис. 3. Обсяги виробництва біоетанолу з традиційних цукроносних (a) і нових енергетичних (б) культур, т/га

від 62 до 134 т/га надземної маси, вихід сухої речовини становить від 16 до 36 т/га. Урожайність насіння залежно від видового та формового різноманіття рослин — 4–8 т/га. Фітомаса цих культур містить від 18 до 35% загальних цукрів, калорійність досягає 3731–4363 ккал/кг. Урожайність фітомаси соняшнику бульбистого і топінсоняшнику змінюється в межах 40–80 т/га, бульб — 25–45 т/га. У бульбах

міститься 20–23% сухої речовини, 18–20% вуглеводів, 3–5% білка. Вихід етанолу становить від 2,5 до 5,6 т/га.

Як свідчать результати багаторічних досліджень, в Україні є значний потенціал високоолійних культур. Нові олійні культури та їх сорти здатні формувати 3–6 т/га насіння із вмістом олії 40–49% та її виходом 1,0–1,2 т/га. Вони забезпечують урожайність фітомаси 30–60 т/га, вихід сухої речовини – 5–10 т/га. В умовах України смикавець їстівний має високі продуктивні показники: вихід бульби – 7–12 т/га; надземної маси – 20–30 т/га; олії – 1,4–2,5 т/га. Побічний продукт цих культур також є цінною сировиною для виробництва інших видів біопалив.

У НБС НАН України за допомогою різних селекційних методів створено 16 сортів високоолійних культур, більшість із яких внесено до Державного реєстру сортів рослин. Значна частина цих сортів мають цінні продуктивні

властивості і придатні для виробництва біодизелю (табл. 2).

У цьому аспекті на особливу увагу заслуговують роботи зі створення нових сортів рижію посівного. Результати порівняльного аналізу 9 різних олійних культур (соняшнику, сафлору, сої, ріпаку, гірчиці, льону, крамбе, канолі та рижію) свідчать про те, що рижій є надзвичайно перспективною та дешевою олійною культурою для виробництва цього виду палива. У співпраці з науковцями ІХБГ НАН України розпочато застосування методів біотехнології для створення нових сортів рижію [15, 16]. Зокрема, ведуться роботи з поліпшення показників продукції і накопичення жирів у насінні та створення вихідного селекційного матеріалу за допомогою технології TILLING (Targeting Induced Local Lesions IN Genomes). Створені сорти Перемога та Євро-12 підготовлено до державної реєстрації.

Важливим аспектом біоенергетики є те, що для забезпечення розміреної роботи переробного обладнання потрібне безперервне надходження біомаси протягом року. Тому запропоновано створення сировинного конвеєра енергетичних культур, що забезпечує постачання біомаси від ранньої весни до пізньої осені і навіть у зимовий період. Поряд з традиційними культурами значне місце в такому конвеєрі посідають нові, такі як щавнат, сільфій, сіда, сорго багаторічне, козлятник, міскантус, просо прутopodobне тощо. Ці багаторічні культури не потребують особливих матеріально-технічних та енергетичних затрат на виробництво сировини, характеризуються багаторазовим відчуженням надземної маси протягом вегетації (завдяки високій регенеративній здатності), високим коефіцієнтом розмноження, стійкістю до шкідників, хвороб та бур'янів. Їх можна продуктивно використовувати від 8 до 20 років зі щорічним виходом до 20 т/га абсолютно сухої речовини, 12–15 т/га умовного фітопалива з калорійністю до 4500 ккал/кг.

Як енергетичні рослини сорти окремих культур пройшли успішні випробування в Чехії, Словаччині, Польщі [2]. Серед них у процесі інтродукційної і селекційної роботи створено три

Таблиця 2. Потенційна продуктивність олійних культур як сировини для дизельного біопалива

Культура	Урожайність насіння, т/га	Вміст ліпідів, %	Вихід ліпідів, кг/га	Вихід енергії, ккал/кг
Ріпак озимий	1,5–4,5	45–50	700–2020	9020
Редька олійна	1,2–2,1	31–50	500–1000	9886
Суріпиця озима	1,5–2,5	43–47	650–1100	9503
Суріпиця яра	1,0–2,0	38–48	400–950	9376
Гірчиця біла	1,0–2,2	35–47	400–950	9680
Рижій посівний	0,6–2,9	33–41	220–1100	9121
Смикавець їстівний	4,5–12,0	23–40	920–3200	9490
Чорнушка дамаська	2,4–2,7	43–45	1030–1200	9197
Чорнушка посівна	2,0–2,3	33–35	660–805	8635
Льон олійний	1,2–3,0	30–47	360–1400	9531

сортів міскантусу: сорт Снігопад — міскантусу цукроквіткового, сорт Велетень — міскантусу китайського, сорт Гулівер — міскантусу гігантського. Із проходженням фази розвитку збільшуються основні продуктивні показники міскантусів. У фазі цвітіння вихід сухої речовини, етанолу та енергії з надземної маси у міскантусу цукроквіткового і гігантського досягають максимального значення за вегетаційний період.

За результатами наших досліджень, серед енергетичних культур на значну увагу заслуговує просо прутноподібне як джерело паливного біоетанолу. Ця високопродуктивна культура забезпечує великий вихід сухої речовини, етанолу та енергії з надземної маси.

Висновки

Аналіз біологічних ресурсів для виробництва біопалив в Україні свідчить про те, що використання альтернативних джерел має великі потенційні можливості для істотного поліпшення енергозабезпечення держави. Особливо перспективними для виробництва біопалив є побічні продукти аграрного виробництва та лісового господарства. Разом з тим, чільне

місце посідає культивування цільових енергетичних рослин різного напрямку використання. На сьогодні в Україні створено одну з найбагатших колекцій енергетичних рослин та їх високопродуктивних сортів. За енергетичним потенціалом ці рослини можуть успішно конкурувати з найкращими світовими аналогами і забезпечувати високий вихід умовного палива та енергії.

Для України питання організації вітчизняного виробництва біопалив з кожним роком стає дедалі актуальнішим. Держава має повною мірою використовувати альтернативні джерела для забезпечення економіки паливом та енергією, які б не залежали від зовнішніх постачань сировини і були відновлюваними. З огляду на незначні масштаби виробництва власних біопалив можна стверджувати, що сучасний стан цієї галузі аж ніяк не відповідає нагальності проблеми і потребує докорінного поліпшення. Зі свого боку вчені Національної академії наук України разом з іншими профільними науковцями створили цілу низку розробок, здатних активізувати розвиток цього напрямку, що сприятиме формуванню енергетичної незалежності держави.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Govoni C., Morosinotto T., Giuliano G., Bassi R. Exploiting photosynthesis for biofuel production // *Biophotonics* / L. Pavesi, P.M. Fauchet (eds.). — Springer, 2008. — P. 15–28.
2. Блюм Я.Б., Григорюк І.П., Дмитрук К.В. та ін. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. — К.: Аграр Медіа Груп, 2014. — 360 с.
3. Cheng J.J., Timilsina G.R. Advanced biofuel technologies: status and barriers // *Policy Research Working Paper*. — Washington: World Bank, 2010. — <http://dx.doi.org/10.1596/1813-9450-5411>.
4. Сорочинський Б.В., Блюм Я.Б., Созінов О.О. Рідкі біопалива: сучасний стан та тенденції. — К.: ДІА, 2010. — 115 с.
5. Гродзинський Д., Дембновецький О., Левчук О. Обрії вітчизняної біоенергетики. Внесок учених НАН України в розв'язання проблем виробництва рідкого біопалива // *Вісн. НАН України*. — 2008. — № 1. — С. 22–31.
6. Гелетуха Г.Г., Желізна Т.А., Кучерук П.П., Олійник Є.М. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні: аналітична записка БАУ № 9. — 33 с.
7. Шаманська О.І., Паламаренко Я.В. Сучасні тенденції розвитку спиртової промисловості України // *Ефективна економіка*. — 2014. — № 9. — <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2903>.
8. Циганков С.П., Володько О.І., Ємець А.І. та ін. Розроблення та випробування технології комплексного трансформування вуглеводного складу рослинної сировини у біоетанол // *Наука та інновації*. — 2013. — Т 9, № 5. — С. 55–68.
9. Bitzer M. Early deheading of sweet sorghum. National Sweet Sorghum Producers and Processors Association. — <http://www.ca.uky.edu/nssp/production.html>.
10. Damasceno C.M.B., Schaffert R.E., Dweikat I. Mining genetic diversity of Sorghum as a bioenergy feedstock // *Plants for Biofuel* / M.C. McCann, M.S. Buckeridge, N.C. Carpita (eds.). — Springer, 2014. — P. 81–106.

11. *Imbrea F., Jurcoane S., Halmajan H.V. et al.* Camelina sativa: a new source of vegetal oils // Romanian Biotechnol. Let. — 2011. — V. 16, N 3. — P. 6263–6270.
12. *Iskandarov U., Kim H.J., Cahoon E.B.* Camelina: an emerging oilseed platform for advanced biofuels and bio-based materials // Plants for Biofuel / M.C. McCann, M.S. Buckeridge, N.C. Carpita (eds.). — Springer, 2014. — P. 131–140.
13. *Moser B.A., Vaughn S.F.* Evaluation of alkyl esters from Camelina sativa oil as biodiesel and as blend components in ultra low-sulfur diesel fuel // Biores. Technol. — 2010. — V. 101. — P. 646–653.
14. *Henriksen B.I.F., Lundon A.R., Prestlokken E. et al.* Nutrient supply for organic oilseed crops and quality of potential organic protein feed for ruminants and poultry // Agron. Res. — 2009. — V. 7. — P. 592–598.
15. *Емец А.И., Боїчук Ю.Н., Шуша Е.Н. и др.* Введение в культуру *in vitro*, регенерация и генетическая трансформация рыжика посевного (*Camelina sativa*) // Цитология и генетика. — 2013. — Т. 47, № 3. — С. 14–20.
16. *Рахметов Д.Б., Рахметова С.О., Боїчук Ю.М. та ін.* Фізіологічні та морфометричні характеристики нових форм та сортів ярого рижію (*Camelina sativa*) // Вісн. Укр. т-ва генетиків і селекціонерів. — 2014. — № 1. — С. 65–77.

Я.Б. Блюм¹, О.Н. Левчук², Д.Б. Рахметов³, С.Д. Рахметов⁴

¹ Государственное учреждение «Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины»

ул. Осиповского, 2а, Киев, 04123, Украина

² Президиум Национальной академии наук Украины

ул. Владимирская, 54, Киев, 01601, Украина

³ Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины

ул. Тимирязевская, 1, Киев, 01014, Украина

⁴ Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

ул. Героев Оборона, 15, Киев, 03041, Украина

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ БИОТОПЛИВА

9–10 сентября 2014 г. в Киеве в рамках целевой комплексной программы научных исследований НАН Украины «Биологические ресурсы и новейшие технологии биоэнергоконверсии» состоялась научная конференция «Биологические ресурсы и новейшие биотехнологии производства биотоплива». Организаторы мероприятия — Государственное учреждение «Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины», Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины и Украинское общество клеточных биологов и биотехнологов. В статье представлены отдельные результаты исследований авторов по созданию высокоэффективных культур для производства различных видов биотоплива и оценка их энергетической продуктивности.

Ya.B. Blume¹, O.M. Levchuk², D.B. Rakhmetov³, S.D. Rakhmetov⁴

¹Institute of Food Biotechnology and Genomics of NAS of Ukraine

2a Osipovskogo St., Kyiv, 04123, Ukraine

²Presidium of National Academy of Sciences of Ukraine

54 Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine

³Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine

1 Tymiryazevska St., Kyiv, 01014, Ukraine

⁴National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

15 Heroyiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine

BIOLOGICAL RESOURCES FOR PRODUCTION OF DIFFERENT BIOFUEL TYPES

In Kyiv on September 9–10, 2014 in the framework of the complex program dedicated to scientific research of NAS of Ukraine “Biological resources and the newest technology of bioenergy conversion” a scientific conference “Biological resources and the newest biotechnological advancements in biofuel production” was held. Organizers of the event — State Institution “Institute of Food Biotechnology and Genomics of NAS of Ukraine”, Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine and the Ukrainian Society for Cell Biology and Biotechnology. Some results of the authors about breeding of highly efficient plant cultures for production of different types of biofuel and assessment of their energetic productivity are represented in the paper.