

**Ярослава ЖУКОВА,
Цвітана КОРОЛЬ,
Микола ВАКУЛЕНКО**

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ КУЛЬТУР

Проаналізовано сучасний стан комерційного вирощування генетично модифікованих (ГМ) сої, кукурудзи, ріпаку. Розглянуто особливості культивуації для різних типів генної модифікації. Проведено аналіз затрат і прибутку порівняно з традиційними культурами. Показано економічний ефект вирощування ГМ-культур у різних країнах світу, окреслено перспективи їх застосування, у тому числі в Україні.

Ключові слова: генетично модифіковані культури, коефіцієнт екологічного впливу, соя, кукурудза.

Жукова Я., Король Ц., Вакуленко Н. Экономические аспекты выращивания генетически модифицированных культур. Проанализировано современное состояние коммерческого выращивания генетически модифицированных (ГМ) сои, кукурузы, рапса. Рассмотрены особенности культивации для различных типов генной модификации. Проведен анализ затрат и прибыли в сравнении с традиционными культурами. Показан экономический эффект выращивания ГМ-культур в разных странах мира, намечены перспективы их применения, в том числе в Украине.

Ключевые слова: генетически модифицированные культуры, коэффициент экологического влияния, соя, кукуруза.

Постановка проблеми. Широке застосування сучасних методів біотехнології, перш за все генної інженерії, визнається найперспективнішим напрямком для збільшення обсягів виробництва й удосконалення якості продукції та продовольчої сировини.

© Ярослава Жукова, Цвітана Король, Микола Вакуленко, 2014

Нові властивості генетично модифікованих культур можуть бути пов'язані з потенційним ризиком для здоров'я людини й навколишнього середовища. Саме тому створені трансгенні культури перед випуском на споживчий ринок в обов'язковому порядку мають піддаватися комплексним випробуванням на безпеку.

Одним із головних аргументів проти використання трансгенних технологій у виробництві продуктів харчування є можливість наявності генів стійкості до антибіотиків, потенційно здатних до трансмісії в представників резидентної мікрофлори шлунково-кишкового тракту людини. Також теоретично існує ризик перенесення неперетравленої у шлунку ДНК продукту (послідовності від 100 до 400 нуклеотидів) у кров, вбудовування таких молекул в геном людини з наступним активуванням "сплячих" генів. Проте жодного випадку вбудовування окремих послідовностей чужорідної ДНК в геном тварин або людини поки не спостерігалось.

Аналіз наукової літератури показав, що на сьогодні відсутній уніфікований підхід щодо відстеження процесу вирощування генномодифікованих культур, а також обчислення економічного аспекту вирощування ГМ-культур у всьому світі.

Мета статті – аналіз щодо поширення та економічних аспектів вирощування ГМ-культур в різних країнах світу та окреслення перспектив їх застосування.

Матеріали та методи. Для аналізу використано наукові статті вітчизняних і закордонних дослідників. Узагальнено світовий досвід щодо визначення обсягів вирощування традиційних і ГМ-культур, переваг і недоліків застосування, зокрема порівняння їх економічної доцільності.

Результати дослідження. Генетично модифіковані організми (ГМО) – це живі істоти (від бактерій до тварин), генетичний код яких змінено за допомогою методів генної інженерії. На світовому ринку трансгенних культур широко представлені: картопля, рапс, бавовна, соя, цукровий буряк, кукурудза, папайя, люцерна та деякі інші рослини. Причому трансгенна соя поширена вже більше, ніж звичайна: її частка у світових посівах становить майже 80 %, а в США – майже 90 %.

Останнім часом у галузі генної інженерії перелік завдань, які вирішують дослідники, значно розширився. Якщо перші роботи були зосереджені насамперед на трансформації рослин за ознаками, що можуть мати певне значення для сільського господарства (стійкість до вірусів, певних гербіцидів і шкідників), то зараз спектр питань у цьому напрямку значно більший [1].

На сьогодні існують три покоління ГМ-культур [2]:

Перше покоління – рослини, модифіковані з метою надання їм стійкості до біотичних і абіотичних факторів. Наприклад, стійкість до комах-шкідників (СК – стійкий до комах; англ. *IR – insect resistance* або *Bt – Bacillus thuringiensis* – бактерії, гени якої використовуються) –

модифікації кукурудзи, бавовнику; до використання гербіцидів (ГС – гербіцидо-стійкий; англ. – *herbicide-tolerance crops*), тобто продовження життєдіяльності після загибелі оточуючих бур'янів – модифікації сої, кукурудзи, бавовнику, ріпаку. Проводиться розробка та комерційно вирощуються модифікації, стійкі до вірусних (наприклад, папайя), грибкових і бактеріальних інфекцій. Також є культури, стійкі до абіотичних факторів (морозу, посухи тощо). У 2013 р. в США вперше почали вирощувати посухостійку кукурудзу [3]. Виведено модифікації культур, одночасно стійких до двох і більше факторів, тобто стекерні генні модифікації (кукурудза, стійка до гербіцидів і комах-шкідників).

Друге покоління – рослини, модифіковані з метою поліпшення їхніх властивостей. Наприклад, насіння олійних культур із зміненим профілем жирних кислот, високо-амілазна кукурудза, лінії рослин із підвищеним вмістом незамінних амінокислот, мінералів і вітамінів. Також відомий "золотий" рис, який містить значну кількість провітаміну А. Подібні процеси, спрямовані на збільшення кількості поживних речовин, називаються біофортифікацією.

Третє покоління – організми, які модифіковано з метою використання при виробництві ферментів, хімічних сполук для фармакологічних препаратів, пластмас, здатних розкладатися тощо. Дослідження знаходяться на початковому етапі [4].

У 2013 р. майже 18 млн фермерів у 28-ми країнах світу засіяли біотехнологічними культурами 175.2 млн га. Це понад чотири ріллі України. Ще в 31-й країні надано дозвіл на імпорт і використання ГМ-рослин як продуктів харчування та кормів. Посівні площі під культурами з привнесеними ознаками збільшилися у період з 1996 р. по 2013 р. (з початку комерційного впровадження трансгенних культур) у 100 разів, що є безпрецедентним у новітній історії сільського господарства [3].

Згідно з дослідженнями [3], у 2013 р. зареєстровано ГМ-культур: 27 ліній сої, 130 – кукурудзи, 3 – ріпаку, 7 – рису, 1 – пшениці, 31 – картоплі, 11 – томатів, хоча комерційно вирощується значно менша кількість ліній кожної культури. За прогнозом на 2015 р., враховуючи число ліній, які перебувають на стадії розробки та на стадії прийняття, вирощуватиметься 124 лінії ГМ-культур.

На сьогодні на ринок трансгенних культур допущено та культивуються понад 30 ліній ГМ-культур, переважна кількість яких належить до першого покоління. Зараз акцент уваги перенесено на зміни біохімічних властивостей культур, які стосуються поліпшення смакових властивостей і збагачення їх корисними для людини речовинами. Зокрема, існують культури зі зміненим складом: вуглеводним – лінія картоплі, жирнокислотним – 7 ліній сої, амінокислотним – 2 лінії кукурудзи, а також 41 лінія кукурудзи зі зміненим метаболізмом вуглеводів та 8 ліній цієї рослини зі зміненою альфа-амілазною активністю [5].

Прибутки різних країн, які вирощують основні ГМ-культури за 1996–2010 рр., наведено в *табл. 1*. Ці значення складаються з урахуванням змін в обсягах врожаю, якості продукції, а також витрат (на купівлю насіння, їх захист тощо). Для США включено прибутки в розмірі 296.4 млн дол. США від вирощування інших культур, не зазначених у таблиці. Для Канади не включено прибуток у розмірі 4.3 млн дол. США від вирощування ГМ-цукрового буряка [6, с. 11].

Таблиця 1

Прибутки від вирощування ГМ-культур за 1996–2010 рр., млн дол. США

Країна	ГМ-культура				Усього
	ГС-соя	ГС-кукурудза	ГС-ріпак	СК-кукурудза	
США	12 109.0	2 225.0	225.5	16 326.4	35 028.7
Аргентина	11 217.3	314.2	–	309.2	12 155.9
Бразилія	3 888.3	17.8	–	655.5	4,601.8
Парагвай	655.0	–	–	–	655.0
Канада	163.3	57.7	2 418.9	637.8	3 277.7
ПАР	7.2	3.2	–	769.0	809.2
Китай	–	–	–	–	10 911.2
Індія	–	–	–	–	9 395.2
Австралія	–	–	13.4	–	407.7
Мексика	4.7	–	–	–	136.4
Філіппіни	–	54.6	–	115.7	170.3
Румунія	44.6	–	–	–	44.6
Уругвай	76.4	–	–	8.0	84.4
Іспанія	–	–	–	113.9	113.9
Інші країни ЄС	–	–	–	13.6	13.6
Колумбія	–	0.3	–	15.6	38.4
Болівія	223.1	–	–	–	223.1

Загалом, за період 1996–2012 рр. культивування ГМ-культур уможливило зменшити витрати та підвищити продуктивність на суму 117 млрд дол. США. За даними на 2013 р., ГМ культури вирощують 8 індустріально-розвинутих країн та 19 країн, що розвиваються, причому друга група країн вже два роки віддає під ГМ-культури значно більші площі, ніж індустріально розвинуті. Лідером вирощування ГМ-культур залишаються США – біотехнологічні рослини в 2013 р. займали площу 70.1 млн га, що становить 40 % усіх сільськогосподарських угідь, зайнятих під ГМ-культури в світі [3].

Ціни на насіння ГМ-культур вищі, ніж на звичайні, проте часто переваги від вирощування перевищують витрати. Також існує роялті – регулярна виплата фермерами компанії-постачальнику насіння фіксованої суми або відсотка від прибутку за кожний сезон, тобто плату за користування авторськими правами при вирощуванні насіння ГМ-культур. Вона може складати 1/3 прибутку фермерських господарств [7].

На прикладі гербіцидо-стійкої сої в Бразилії (рис. 1) показано, що вартість насіння + роялті ГС-сої вища, ніж звичайної, але сума всіх витрат на вирощування нижча. На кожному гектарі при вирощуванні ГС-сої зекономлено 48.8 дол. США [8, с. 7].

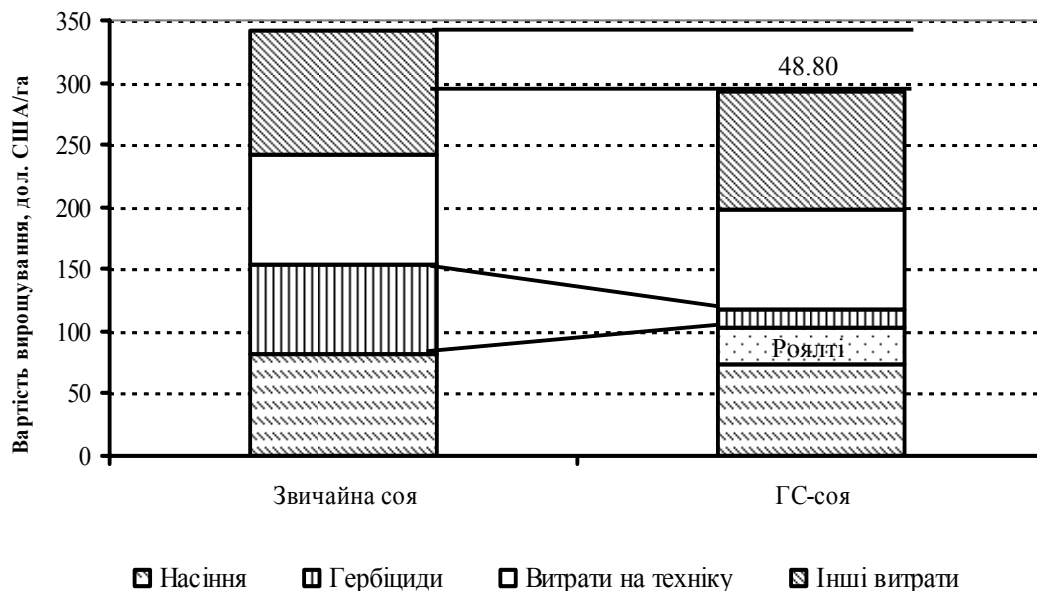


Рис. 1. Порівняння сумарної вартості вирощування звичайної та ГС-сої в Бразилії [8, с. 7]

ГМ-культури, які використовуються для відгодівлі худоби, завдяки своїй низькій ціні знижують і вартість м'яса [7]. У 2012 р. світовий прибуток від продажу насіння ГМ-культур оцінювався в 15 млрд дол. США. У 2013 р. кількість фермерів, які вирощували ГМ-культури, становила 18 млн осіб, понад 90 % з яких – небагаті фермери з невеликими господарствами [3]. Досить незначні площі під ГМ-культури зайняті у країнах ЄС – майже 15 % станом на 2013 р. П'ять країн ЄС вирощували біотехнологічну кукурудзу на площі 148 тис. га, що на 18.9 тис. га більше, ніж у 2012 р. У 2013 р. Іспанія збільшила площі, зайняті під ГМ-культури, на 18 % порівняно з 2012 р. і є на сьогодні лідером серед країн ЄС – майже 137 тис. га. Румунія не змінювала площі під ГМ-кукурудзу, а Португалія, Чехія та Словаччина дещо зменшили посіви ГМ-кукурудзи.

У 2013 р. запроваджено до комерційного вирощування 2 лінії посухостійких рослин, що має велике значення з огляду на кліматичні зміни. У США майже дві тисячі фермерів засіяли 50 тис. га новою лінією кукурудзи *Corn Belt*. Вирощування посухостійкої кукурудзи має набути масового поширення в 2017 р. у країнах Африки. А в Індонезії розроблено першу посухостійку цукрову тростину, яка має набути комерційного застосування уже в 2014 р.

У табл. 2 показано світовий приріст прибутку від вирощування окремих ГМ-культур, де вказано номінальні значення. Розрахунки

включають в себе зміни в надходженнях після впливу ГМ-культур на врожайність, якість врожаю, а також враховують витрати на виробництво (наприклад, купівлю насіння ГМ-культур, витрати на пестициди) [6, с. 10–11].

Таблиця 2

Світовий приріст прибутку в сільському господарстві від вирощування ГМ-культур за 1996–2010 рр. [6, с. 10–11]

ГМ-культура	Приріст прибутку			
	млн дол. США		від загальної вартості вирощування ГМ-культур, %	
	2010 р.	1996–2010 рр.	у країнах, які вирощують ГМ-культури	в усьому світі
ГС-соя	3 299.8	28 389.2	3.5	3.2
ГС-кукурудза	438.5	2 672.8	0.5	0.3
ГС-ріпак	472,4	2 657.8	5.7	1.4
СК-кукурудза	4 522.3	18 969.3	5.4	3.2
Інші	90.2	301.5	–	–

Проблема обчислення економічної переваги вирощування ГМ-культур є складним питанням, на яке впливає чимало чинників, починаючи від собівартості розробки її лінії, вартості апробації, впровадження в окремо взятій державі й закінчуючи особливостями клімату, ґрунтів, ведення сільського господарства, підтримки з боку держави тощо. Саме тому цифри, які характеризують економічну сторону вирощування ГМ-культур, мають широкі діапазони варіацій в різних державах.

Основною перевагою вирощування ГС-культур є нижчі витрати на гербіциди порівняно з традиційними технологіями ведення сільського господарства [2]. Це пов'язано з тим, що, вирощуючи ГС-культури, фермери можуть використовувати гербіциди широкого спектру, а не спеціалізовані; а також проводити обробку всього один раз на сезон (наприклад, при проростанні рослин). У табл. 3 представлено дані щодо зміни витрат гербіцидів при вирощуванні ГС-культур [6]. Для оцінювання впливу гербіцидів на навколишнє середовище в Корнуельському університеті в 1990-ті роки запропоновано показник – коефіцієнт екологічного впливу (КЕВ) – відносна величина, яка виражає вплив пестицидів на довкілля, з урахуванням токсичності для тварин і людини, дикої природи, а також місця використання, хімічного складу ґрунту, водних і наземних ефектів. Цей коефіцієнт ширший, ніж просто дані про використану кількість активного компонента гербіцидів [8; 9]. Зменшення цього коефіцієнта відбулося в результаті зниження використання гербіцидів.

У більшості випадків не існує різниці в обсягах врожаю між звичайними і ГС-модифікованими культурами [2; 10]. Тільки в кількох випадках ГС-культури показували підвищену врожайність (ГС-соя в

Румунії та ГС-кукурудза в Аргентині), що було пов'язано з необхідністю використання гербіцидів широкого спектру в зв'язку зі складнощами боротьби з бур'янами [11].

Таблиця 3

Динаміка використання гербіцидів за 1996–2010 рр. [6, с. 18–19]

ГМ-культура	Зниження використання гербіцидів		Зміна КЕВ, %
	млн кг	%	
ГС-соя	28.8	1.4	-6 261.7
ГС-кукурудза	169.9	10.0	-4 199.2
ГС-ріпак	14.4	18.2	-478.2

До переваг вирощування культур стійких до гербіцидів відносять:

- зменшення витрат на обробку ґрунту, машинне обладнання та паливе – впровадження технологій захисту ґрунту або вирощування без його обробки, що додатково економить кошти (людські та паливні ресурси, зайняті на обробці ґрунту), а також зменшення ерозії ґрунту, додаткове утримання вологи [2; 9];

- підвищення ефективності боротьби з бур'янами зменшує час збору культури, зростає рівень якості врожаю;

- зниження потенційного ризику через надлишок гербіцидів у ґрунті, які можуть зашкодити культурі в наступному сезоні, та зменшення витрат на гербіциди в подальших сезонах у результаті підвищення ефективності боротьби з ними [9].

Аналіз досліджень раннього періоду вирощування ГС-культур (1999–2004 рр.) в США і Канаді показав, що сумарно вигода від вирощування ГС-культур була низькою, а іноді взагалі відсутня, проте фермери продовжували вирощувати ГС-культури через економію часу та зручніший режим боротьби з бур'янами. Отже, економічна вигода від вирощування ГС-культур відрізняється в різних країнах [2].

ГМ-культури, стійкі до комах-шкідників (СК-культури), – відрізняються від ГМ-культур, стійких до гербіцидів.

СК-культури завдяки модифікації можуть продукувати певні білки, токсичні для різних видів комах-шкідників [2]. Вигода від використання СК-культур (в основному, СК-кукурудза і СК-бавовник) полягає насамперед у зменшенні використання інсектицидів (табл. 4) і зменшенні втрат врожаю через пошкодження рослин комахами-шкідниками.

При використанні мінімальної кількості інсектицидів обсяги втрат врожаю значно різняться у звичайного та СК-бавовника [11].

Вирощування СК-бавовника повністю не виключає втрат врожаю [2]. Це пов'язано з певною видовою специфічністю токсичних для комах білків, що продукуються рослиною, тобто не весь спектр комах-шкідників підпадає під дію такого білка. Підтверджено дос-

лідженнями, що майже 25 білків токсичні для п'яти різних видів комах [12]. Наприклад, існують модифікації кукурудзи проти європейського кукурудзяного метелика (*IRCB – insect resistant to corn boring*), західного кукурудзяного жучка (*IRCRW – insect resistant to corn rootworm*) та середземноморського довгоносіка [9]. У 2005–2006 рр. в Україні спеціалістами карантинної служби за допомогою феромонних пасток знищено 22 140 самців і 297 самок західного кукурудзяного жучка на полях господарств і в населених пунктах 13-ти районів Закарпатської області на площі 14 148 га.

Таблиця 4

Динаміка використання інсектицидів протягом 1996–2010 рр.
[6, с. 18–19]

ГМ-культура	Зниження використання інсектицидів		Зміна КЕВ, %
	млн кг	%	
СК-кукурудза	42.9	41.9	-1 571.9
СК-бавовник	170.5	23.9	-7 615.1

Сумарно приріст врожаю при вирощуванні стійких до комах культур зображено на *рис. 2*. Підраховано вигоду від вирощування СК-культур у грошовому еквіваленті для кожної країни й кожної СК-культури, ґрунтуючись на скороченні використання інсектицидів і приросту врожаю [2].

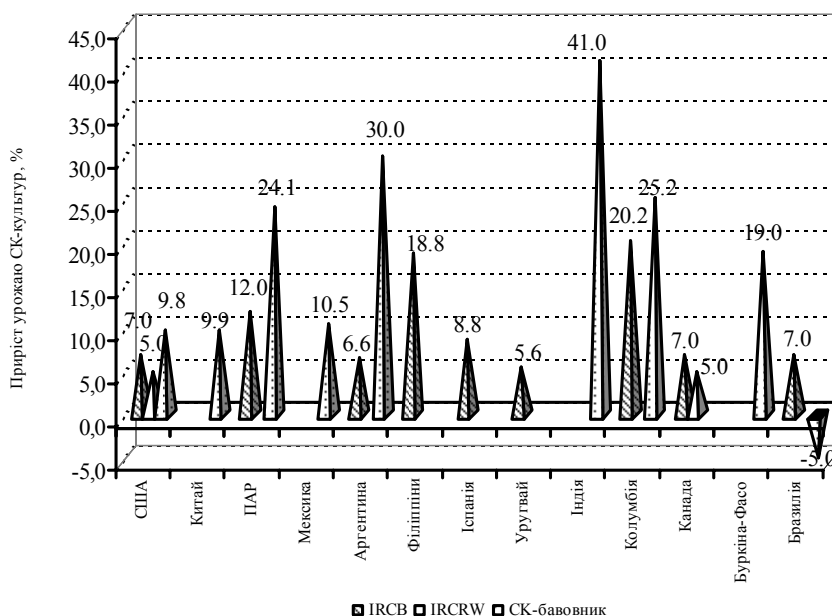


Рис. 2. Середній приріст урожаю СК-культур за 1996–2010 рр. [6, с. 17]

За 15 років вирощування приріст врожаю становив у середньому 9.6 % для СК-кукурудзи та 14.4 % для СК-бавовнику [2], хоча ситуація відрізняється в різних країнах. В Аргентині зазвичай інсектициди

використовуються в менших обсягах порівняно з іншими країнами при вирощуванні традиційного бавовнику, а при вирощуванні СК-бавовнику – ще менше [13]. В Індії на інсектициди витрачаються великі кошти, тому сумарна вигода від вирощування СК-бавовнику значно більша [14]. В Іспанії при вирощуванні СК-кукурудзи скорочено використання інсектицидів на 63 %, а приріст врожаю при цьому становив 6 % (табл. 5). Однак такий приріст приносить більшу вигоду порівняно зі скороченням витрат на інсектициди через те, що в Іспанії сектор вирощування кукурудзи субсидується державою, як і в США, Мексиці та Китаї, що обумовлює відповідний підсумковий рівень доходу.

Таблиця 5

Середній аграрний та економічний ефект від вирощування СК-кукурудзи [2, с. 672]

Країна	Скорочення використання інсектицидів (%)	Приріст		Рік досліджень
		врожаю (%)	прибутку (дол. США/га)	
Аргентина	0	9	20	2005
Філіппіни	5	34	53	2005, 2006
ПАР	10	11	42	
Іспанія	63	6	70	2008
США	8	5	12	2004, 2005

Основні переваги вирощування стійких до комах культур:

– скорочення витрат палива (обробка інсектицидами відбувається з повітря);

– скорочення витрат на механізацію, збільшення вільного часу фермерів у результаті скасування процедури обприскування інсектицидами [9];

– поліпшення якості зерна за рахунок зменшення рівня мікотоксинів (у деяких країнах, наприклад, Іспанії та Філіппінах фермери отримують премію за продаж якісного зерна кукурудзи [6];

– зменшення шкоди здоров'ю фермерів через використання інсектицидів, що особливо актуально серед бідних фермерів у країнах, що розвиваються, через слабкі засоби індивідуального захисту.

За економічними прогнозами *Ukrainian Economic Trends Forecast* на III квартал 2013 р., підготовленими аналітичною групою *Da Vinci AG*, Україна в перспективі через 5–7 років може стати ключовим виробником ГМ-продукції на європейському континенті [15, с. 13–14], оскільки для цього існують значні перспективи [5; 11].

Британська *PG Economics* спільно з українським Інститутом харчової біотехнології та геноміки оцінила можливий економічний ефект від упровадження ГМ-технологій в українському аграрному секторі. Зокрема, впровадження ГМ-насіння на розсаду може збільшити щорічні при-

бутки країни на 525 млн дол. США. "Сільськогосподарські біотехнології, якщо їх авторизують для використання в українських господарствах, забезпечать помітний економічний і продовольчий вигравш, піднімуть прибутковість господарств і зменшать ризики. Покращуватиметься й стан навколишнього середовища, оскільки фермери почнуть використовувати більш м'які гербіциди, а інсектициди замінять на стійкі до комах лінії культур" [5].

Вчені пропонують застосувати ГМ-технології для вирощування чотирьох традиційних с/г культур – сої, кукурудзи, рапсу та цукрового буряка. Причому, пропонується брати такі ГМ-сорти рослин, які стійкі до гербіцидів, а кукурудзи – ще й до певних видів комах-шкідників. Незважаючи на повну заборону використання в Україні генно-модифікованих сортів рослин, більша частина сої в Україні вирощена із застосуванням гербіцидо-толерантної технології. Крім того, в Україні застосовують сорти кукурудзи, які стійкі до різних шкідників [5].

Існує ще кілька економічно обґрунтованих аргументів щодо легалізації ГМ-технологій в Україні. За оцінками фахівців, їх використання має підвищити врожайність і, відповідно, збільшити валовий збір. За чотирма базовими сільськогосподарськими культурами прибуток становитиме від 1.5 до 9.5 %. Використання гербіцидів при догляді за ними скоротиться на 4.4–7.8 %. У результаті використання толерантних до гербіцидів ГМ-культур вплив гербіцидів на довкілля скоротиться на 15–24 %. Скорочення кількості обробок пестицидами дасть змогу заощадити від 0.78 до 1.56 млн л пального; в атмосферу буде викинуто менше вуглекислого газу – від 2.73 до 5.35 млн кг [5].

Висновки. Матеріальними перевагами вирощування ГМ-культур є підвищення обсягів врожаю (на 377 млн т за 1996–2012 рр.), скорочення витрат на гербіциди/інсектициди (зменшення використаного активного інгредієнта пестицидів на 497 млн кг), на паливо для сільськогосподарської техніки при обробці полів, обробку ґрунту, скорочення викидів CO₂ такою технікою (27 млрд кг за 2012 р.) тощо. Мають місце також нематеріальні переваги: скорочення витрат робочого часу на обробку угідь пестицидами, зручніший і ефективніший режим боротьби з бур'янами й комахами-шкідниками, підвищення якості врожаю.

В Україні щорічний прибуток на рівні фермерських господарств за визначеними перевагами застосування ГМ-культур може становити для ГМ-сої від 28 до 66 млн дол. США при 50-%-ному рівні запровадження і від 50 до 119 млн дол. США при 90-%-ному рівні, який є типовим для більшості країн. Залежно від рівня запровадження ГМ-кукурудзи (50 або 70 %) щорічний додатковий прибуток фермерських господарств становитиме від 46 до 111 млн дол. США.

За прогнозами науковців, вирощування чотирьох генно-модифікованих базових сільськогосподарських культур в Україні підвищить їхню врожайність на 1.5–9.5 %; використання гербіцидів скоротиться на 4.4–7.8 %, що зменшить вплив на довкілля на 15–24 %. Скорочення

кількості обробок пестицидами дасть змогу заощадити 0.78–1.56 млн л пального, і в результаті в атмосферу буде викинуто менше вуглекислого газу.

На підставі аналізу перспектив розвитку біотехнологічних культур існує необхідність створення національного реєстру ГМО-продукції та організації процесу декларування, що дасть можливість знати місце її знаходження та шляхи подальшого використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Clive J.* Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012 / James Clive. — ISAAA Brief N 44. Executive summary. — NY : Ithaca. — 2012. — 11 p. — Way of access : <http://isaaa.org/resources/publications/briefs/44/executivesummary/default.asp>. — Title from the screen.
2. *Qaim M.* The economics of Genetically Modified Crops / M. Qaim // The Annual Review of Resource Economics. — 2009. — N 1. — P. 665—693.
3. *Clive J.* Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013 / James Clive. — ISAAA Brief N 46. Executive summary. — NY : Ithaca. — 2013. — 279 p. — Way of access : <http://isaaa.org/resources/publications/briefs/46/executivesummary/pdf/Brief%2046%20-%20Executive%20Summary%20-%20English.pdf>. — Title from the screen.
4. *Socio-economic impacts of green biotechnology* // The European Association for Bio-industries. — 2010. — 18 p. — Way of access : http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/reports_studies/docs/Europabio_contribution_en.pdf. — Title from the screen.
5. *Брукс Г.* Потенційний економічний та екологічний ефект від впровадження сучасних ГМ-культур у сільськогосподарське виробництво України / Брукс Г., Блюм Я. — Велика Британія : PG Economics Ltd., 2012. — 88 с.
6. *Brookes G.* GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996–2006 / G. Brookes, P. Barfoot / Dorchester, UK : PG Economics Ltd., 2010. — 165 p.
7. *Stein A. J.* A review of the world's commercial pipeline of GM crops – and implications for asynchronous approval and trade / A. J. Stein, E. Rodriguez-Cerezo // Joint Research Centre, 2009. — 114 p. — Way of access : http://www.appg-agscience.org.uk/linkedfiles/JRCreport_GMOpipeline_online_preprint.pdf. — Title from the screen.
8. GM crops: reaping benefits, but not in Europe. Socio-economic impacts of agriculture biotechnology // The European Association for Bio-industries. — 2011. — 18 p. — Way of access : <http://fundacion-antama.org/wp-content/uploads/2011/06/20110601-Informe-EuBi-impacto-socioeconomico-biotecnologia-agraria.pdf>. — Title from the screen.
9. *Brookes G.* GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996–2010 / G. Brookes, P. Barfoot // PG Economics Ltd. — Dorchester, UK. — 2012. — 187 p.
10. *Green J. M.* The benefits of herbicide-resistant crops / J. M. Green // Pest Management Science. — 2012. — Vol. 68, N 10. — P. 1323—1331.
11. *Qaim M.* Yield effects of genetically modified crops in developing countries / M. Qaim, D. Zilberman // Science. — 2003. — Vol. 299, N 7. — P. 900—902.

12. *Adoption of Bt cotton and impact variability: insights from India* / [M. Qaim, A. Subramanian, G. Naik, D. Zilberman] // Review of Agricultural Economics. — 2006. — Vol. 28, N 1. — P. 48—58.
13. *Fernandez-Cornejo J.* Technology adoption and off-farm household income: the case of herbicide-tolerant soybeans / J. Fernandez-Cornejo, C. Hendricks, A. Mishra // Journal of Agricultural and Applied Economics. — 2005. — Vol. 37, N 3. — P. 549—563.
14. *Qaim M.* Roundup Ready soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects / M. Qaim, G. Traxler // Agricultural Economics. — 2003. — Vol. 32, N 1. — P. 73—86.
15. *Ukrainian Economic Trends Forecast. 3Q 2013.* — Da Vinci AG. — 2013. — Way of access : <http://eimng.pravda.com.ua/files/d/c/dc3ed9a-3qreport2013.pdf>. — Title from the screen.

Стаття надійшла до редакції 24.02.2014.

Zhukova Y., Korol Ts., Vaculenko M. Economic aspects of growing genetically-modified crops.

Background. The widespread use of biotechnology methods in the first place, genetic engineering is recognized as the most promising direction for increasing output and improving the quality of products and food raw materials. An analysis of the literature shows that today there is no unified approach for tracking the process of growing of genetically modified crops, as well as calculation of the economic aspect of cultivation of GM crops worldwide. The aim of the article is the analysis of distribution and economic aspects of the cultivation of GM crops in different countries and determination of the prospects of their application.

Material and methods. The scientific achievements of domestic and foreign scholars on volumes, advantages and difficulties while growing GM crops have been used and generalized in the survey. The paper used the methods of analysis and synthesis, comparison.

Results. According to the scientists forecast in Ukraine the annual income of farmers, defined on the basis of a number of the aforementioned benefits of GM crops may be for GM soy from 28 to 66 million \$ USA at 50 % of the level of implementation. At the 90 % level of implementation the potential annual benefit ranges from 50 to 119 million \$ USA. Depending on the level of the introduction of GM maize (50 or 70 %), an additional annual income of farmers will be from 46 to 111 million \$ USA. The use of herbicides in the cultivation will be reduced by 4.4–7.8 %, and their impact on the environment will be reduced by 15–24 %.

Conclusion. Recent studies show that genetically-modified crops are beneficial to farmers and consumers both in terms of growth technology and cost. Based on the analysis of prospects for the development of biotech crops there is a need to create a national register of GMO products and organization of the process of the declaration, which will allow to know its location, its further use and strengthen precise control.

Keywords: genetically modified crops, environmental impact index, soybeans, corn.

REFERENCES

1. *Clive J.* Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012 / James Clive. — ISAAA Brief N 44. Executive summary. — NY : Ithaca. — 2012. — 11 p. — Way of

- access : <http://isaaa.org/resources/publications/briefs/44/executivesummary/default.asp>. — Title from the screen.
2. *Qaim M.* The economics of Genetically Modified Crops / M. Qaim // The Annual Review of Resource Economics. — 2009. — N 1. — P. 665—693.
 3. *Clive J.* Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013 / James Clive. — ISAAA Brief N 46. Executive summary. — NY : Ithaca. — 2013. — 279 p. — Way of access : <http://isaaa.org/resources/publications/briefs/46/executivesummary/pdf/Brief%2046%20-%20Executive%20Summary%20-%20English.pdf>. — Title from the screen.
 4. *Socio-economic impacts of green biotechnology* // The European Association for Bio-industries. — 2010. — 18 p. — Way of access : http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/reports_studies/docs/Europabio_contribution_en.pdf. — Title from the screen.
 5. *Bruks G.* Potencijnyj ekonomichnyj ta ekologicznyj efekt vid vprovadzhennja suchasnyh GM-kul'tur u sil'skogospodars'ke vyrobnyctvo Ukraïny / Bruks G., Bljum Ja. — Velyka Brytaniya : PG Economics Ltd., 2012. — 88 s.
 6. *Brookes G.* GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996–2006 / G. Brookes, P. Barfoot / Dorchester, UK : PG Economics Ltd., 2010. — 165 p.
 7. *Stein A. J.* A review of the world's commercial pipeline of GM crops – and implications for asynchronous approval and trade / A. J. Stein, E. Rodriguez-Cerezo // Joint Research Centre, 2009. — 114 p. — Way of access : http://www.appg-science.org.uk/linkedfiles/JRCreport_GMOpipeline_online_preprint.pdf. — Title from the screen.
 8. *GM crops: reaping benefits, but not in Europe. Socio-economic impacts of agriculture biotechnology* // The European Association for Bio-industries. — 2011. — 18 p. — Way of access : <http://fundacion-antama.org/wp-content/uploads/2011/06/20110601-Informe-EuBi-impacto-socioeconomico-bioteconologia-agraria.pdf>. — Title from the screen.
 9. *Brookes G.* GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996–2010 / G. Brookes, P. Barfoot // PG Economics Ltd. — Dorchester, UK. — 2012. — 187 p.
 10. *Green J. M.* The benefits of herbicide-resistant crops / J. M. Green // Pest Management Science. — 2012. — Vol. 68, N 10. — P. 1323—1331.
 11. *Qaim M.* Yield effects of genetically modified crops in developing countries / M. Qaim, D. Zilberman // Science. — 2003. — Vol. 299, N 7. — P. 900—902.
 12. *Adoption of Bt cotton and impact variability: insights from India* / [M. Qaim, A. Subramanian, G. Naik, D. Zilberman] // Review of Agricultural Economics. — 2006. — Vol. 28, N 1. — P. 48—58.
 13. *Fernandez-Cornejo J.* Technology adoption and off-farm household income: the case of herbicide-tolerant soybeans / J. Fernandez-Cornejo, C. Hendricks, A. Mishra // Journal of Agricultural and Applied Economics. — 2005. — Vol. 37, N 3. — P. 549—563.
 14. *Qaim M.* Roundup Ready soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects / M. Qaim, G. Traxler // Agricultural Economics. — 2003. — Vol. 32, N 1. — P. 73—86.
 15. *Ukrainian Economic Trends Forecast. 3Q 2013.* — Da Vinci AG. — 2013. — Way of access : <http://eimg.pravda.com.ua/files/d/c/dc3ed9a-3qreport2013.pdf>. — Title from the screen.