

JEL: Q00, Q02, Q13

**Наталія Вдовенко¹, Олексій Томілін², Любов Коваленко³,
Бадрі Гечбаїя⁴, Євген Кончаковський²**

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Полтавський державний аграрний університет

³Державний біотехнологічний університет

⁴Батумський державний університет імені Шота Руставелі

¹⁻³Україна

⁴Грузія

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИНКУ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Мета. Метою дослідження є визначення перспектив формування та розвитку ринку засобів захисту рослин у сільському господарстві на глобальному та національному рівнях, аналіз структури використання пестицидів і виявлення країн, що лідирують за обсягами застосування, експорту та імпорту пестицидів у світі.

Методологія / методика / підхід. Під час дослідження використано загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, а саме: монографічний (при дослідженні теоретичних і методологічних основ формування та розвитку ринку хімічних засобів захисту рослин); аналіз рядів динаміки (розрахунок прогнозних показників й основних сценаріїв розвитку обсягу використання пестицидів у світі та в Україні); метод порівняння (оцінка показників використання пестицидів); абстрактно-логічний (теоретичні узагальнення та формулювання висновків). Вихідною базою дослідження стали дані Міжнародної організації з питань продовольства та сільського господарства при ООН (ФАО) та Державної служби статистики України.

Результати. Аналіз сучасних світових тенденцій розвитку ринку хімічних засобів захисту рослин показав, що він щороку має тенденцію до нарощування обсягів виробництва; більшість економічно розвинених країн світу продовжують застосовувати значні обсяги засобів захисту рослин. Дослідження свідчать, що основними виробниками світового ринку засобів захисту рослин є китайські агрохімічні монопольні компанії, які постійно нарощують обсяги збуту засобів захисту для галузі рослинництва. Доведено, що найбільшими експортерами та імпортерами пестицидів є країни Європи. Установлено, що використання пестицидів підприємствами України свідчить про їх більш високу волатильність, порівняно із прогнозними показниками щодо світового рівня. Запропоновано шляхи вдосконалення державної політики за додержанням чинного законодавства щодо використання пестицидів у сільськогосподарському виробництві та гарантування безпеки їх застосування у відповідності до світових стандартів якості й вимог ЄС, зокрема, Європейського зеленого курсу.

Оригінальність / наукова новизна. Виявлено, що за останні роки спостерігається стійка тенденція щодо застосовування у світі значних обсягів хімічних засобів захисту рослин, проте в Україні вони скорочувалися. Визначено основні причини зниження використання пестицидів в Україні для останнього десятиліття. Уперше розраховано прогнозний рівень використання пестицидів у світі та в Україні на період до 2030 р. за різними сценаріями (очікуваний, оптимістичний, песимістичний).

Практична цінність / значущість. Результати дослідження мають важливу практичну цінність для виробників та експортерів при формуванні ринку хімічної продукції у світі. Здійснено розрахунки прогнозних рівнів використання пестицидів, які дають змогу виявити наявні та перспективні проблеми застосування пестицидів на рівні країн світу. Значущість мають визначені основні показники світового ринку пестицидів і структура їх використання, які є важливими компонентами у визначенні державної політики у сфері пестицидів й агрохімікатів.

Ключові слова: засоби захисту рослин, сільське господарство, прогноз, ринок пестицидів, імпорт та експорт пестицидів.

**Natalia Vdovenko¹, Oleksii Tomilin², Liubov Kovalenko³,
Badri Gechbaia⁴, Eugen Konchakovskiy²**

¹National University of Life and Environmental Sciences

²Poltava State Agrarian University

³State Biotechnological University

⁴Batumi Shota Rustaveli State University

¹⁻³Ukraine

⁴Georgia

GLOBAL TRENDS AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF THE MARKET OF PLANT PROTECTION PRODUCTS

Purpose. The aim of the study is to determine the prospects for the formation and development of the market for plant protection products in agriculture at the global and national levels, and to analyze the structure of pesticide use and identify countries leading in terms of use, export and import of pesticides.

Methodology / approach. During the research general scientific and special research methods were used, namely: monographic (in the study of theoretical and methodological foundations of the formation and development of the market of chemical plant protection products); analysis of time series (calculation of forecast indicators and main scenarios for the development of pesticide use in the world and in Ukraine); method of comparison (assessment of pesticide use indicators); abstract-logical (theoretical generalizations and formulation of conclusions). The starting point of the study was the data of the International Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the State Statistics Service of Ukraine.

Results. Analysis of current global trends in the development of the market for chemical plant protection products has shown that it increases production every year; most of the economically developed countries of the world continue to use significant amounts of plant protection products. Studies show that the main leaders in the world market for plant protection products are Chinese agrochemical monopoly companies, which are constantly increasing sales of their own production of plant protection products for the crop industry. It is proved that the largest exporters and importers of pesticides are European countries. It is established that the use of pesticides by Ukrainian enterprises indicates their higher volatility compared to global forecasts. Ways to improve the state policy on compliance with current legislation on the use of pesticides in agricultural production and ensure the safety of their use in accordance with international quality standards and the requirements of EU, in particular the European Green Deal, are proposed.

Originality / scientific novelty. It was revealed that in recent years there has been a steady

trend towards the use of significant amounts of chemical plant protection products in the world, but in Ukraine they have been declining. The main reasons for the decline in pesticide use in Ukraine over the last decade are identified. For the first time, the forecast level of pesticide uses in the world and in Ukraine for the period up to 2030 was calculated according to different scenarios (expected, optimistic, pessimistic).

Practical value / implications. *The results of the study have important practical value for manufacturers and exporters in shaping the market for chemical products in the world. The calculations of the forecast levels of pesticide use were carried out and it was possible to identify the current and future problems of pesticide use at the level of the world. The main indicators of the world market of pesticides and the structure of their use are important, which are considerable components in determining the state policy in the field of pesticides and agrochemicals.*

Key words: *plant protection products, agriculture, forecast, pesticide market, import and export of pesticides.*

Постановка проблеми. На засіданні Бюро Президії Національної академії аграрних наук України (НААН) у грудні 2021 р. зазначено, що реалізація програми Європейського Союзу (ЄС) European Green Deal (Європейський зелений курс) зумовлює потребу перегляду наявних підходів до організації й ведення сільського господарства, зокрема й у частині агрохімічних практик захисту рослин [1]. Як наголосив президент НААН Я. Гадзало, «необхідність застосування наукових підходів для формування бачення майбутнього галузі, яка здатна успішно конкурувати у світі, вимагає від науковців проводити дослідження щодо розвитку ринку засобів захисту рослин з урахуванням світових тенденцій. Також важливо запропонувати технологічні рішення, які запобігатимуть економічним та екологічним втратам і сприятимуть розвитку українського сільського господарства» [1].

За останні десятиліття світове виробництво сільськогосподарських товарів і послуг значно збільшилося. Засоби захисту рослин відіграли важливу роль у стимулюванні цього зростання, як й інші технологічні інновації. Однак, надмірне використання таких ресурсів, як хімічні засоби захисту рослин, має супутній вплив на навколишнє середовище [2] та здоров'я людей. Пестициди є токсичними хімічними агентами (переважно органічними сполуками), які застосовують у навколишньому середовищі для боротьби зі шкідниками сільськогосподарських культур і переносниками збудників хвороб [3]. Токсичність пестицидів для людини коливається в дуже широкому діапазоні й може бути гострою, субхронічною або хронічною [4; 5]. Актуальність цього питання посилюється у зв'язку з тим, що у світі загрозливих масштабів набуває ситуація зі збільшенням обсягів поширення неякісної та фальсифікованої продукції засобів захисту рослин.

Країни, що розвиваються, зазвичай залежать від розвитку сільського господарства, тому часто стають місцем призначення заборонених та суворо обмежених хімічних речовин [6]. У країнах, що розвиваються, залишки пестицидів часто трапляються в овочевих культурах, загалом їх значно більше, ніж у промислово розвинених країнах [7]. Безумовно, зазначені організаційні та

еколого-економічні проблеми ринку засобів захисту рослин є особливо актуальними для України, сучасний стан розвитку економіки якої істотно залежить від рівня розвитку агропромислового сектора.

Наявність особливостей діяльності аграрних товаровиробників і підвищення соціально-економічної значущості аграрного сектора економіки зумовлюють необхідність розробки та обґрунтування методичних умов, спрямованих на вирішення багатомірних і різнобічних проблем забезпечення сталого розвитку агропромислового виробництва [8]. У сільському господарстві України відбулися глибокі зрушення у виробничій структурі підприємств та в структурі виробленої продукції. При цьому проблеми формування міжгалузевих економічних відносин на всіх етапах розвитку агропромислового виробництва є надзвичайно актуальними [9], особливо в теперішніх умовах. Починаючи з 2014 р. агрохімічна промисловість переживає період спаду, зокрема, через низькі ціни на врожай і низьку рентабельність фермерських господарств [10]. Отже, забезпечення ефективного розвитку всіх сфер агропродовольчого комплексу потребує залучення інвестицій, зокрема іноземних, з урахуванням Європейського зеленого курсу, що передбачає посилення процесів переходу до зеленої економіки [11]. Однією із причин незначного надходження іноземних інвестицій в економіку країни є недосконале регулювання нормативно-правової бази у сфері інвестиційних правовідносин, тому є потреба в розробці чіткої стратегії і тактики щодо залучення іноземних інвестицій [12]. Залучення інвестицій в екологічно орієнтовані інвестиційні проекти та програми має базуватися на посиленні екологічних аспектів інвестиційної політики як частини стимулюючої підсистеми економічного механізму сталого розвитку сільських територій [13].

У рамках Європейського зеленого курсу передбачається скорочення використання пестицидів на 50 % до 2030 р. Тому, на думку вчених НААН, нині зберігається висока ймовірність заборони на українському ринку окремих діючих речовин засобів захисту рослин, серед яких широко вживані препаративні форми гліфосату, інсектициди неонікотиноїдної групи та ін. [1]. Водночас частина із зазначених діючих речовин є важливими для сталого розвитку сільського господарства й перегляд їхніх реєстрацій з можливою дальшою заборонаю за відсутності рівнозначних альтернатив нині може мати негативні наслідки, зокрема: зростання частки фальсифікованих засобів захисту рослин у зв'язку з відсутністю дозволених альтернатив; погіршення якості врожаю; підвищення цін на кінцеву продукцію; втрати експортних позицій української агропродукції на світових ринках; зменшення валютної виручки; втрата статусу України як надійного партнера на міжнародній продовольчій арені [1]. Крім того, зниження прибутковості аграрних підприємств послабить їхню спроможність щодо розширеного відтворення виробництва та розвитку сільських територій, що може мати негативні мікро- та макроекономічні ефекти уже тепер та віддалені соціально-економічні наслідки в середньостроковій перспективі. Тому особливого значення набуває необхідність установа

реальних екологічних ризиків і загроз застосування вказаних діючих речовин, визначення потенційних економічних наслідків за одночасного пошуку ефективних альтернатив [1]. Таким чином, дослідження питання формування та розвитку світового ринку хімічних засобів захисту рослин у сільському господарстві є актуальним і необхідним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідники в статті [14] доводять, що потреба в захисті від шкідників сягає корінням у глибоку давнину, коли в якості пестицидів використовували як органічні, так і хімічні речовини. У статті [15] авторами доведено, що пестициди – це отрутохімікати, які застосовують на сільськогосподарських угіддях, міських зелених насадженнях із метою захисту рослин від різних хвороб. Автори робіт [16; 17] відзначають, що пестициди – це речовини або суміші речовин, які в основному використовують у сільському господарстві або в програмах охорони здоров'я, щоб захистити рослини від шкідників, бур'янів або хвороб, а людей – від хвороб, що передаються переносниками, таких як малярія, лихоманка денге та шистосомоз. Типовими представниками пестицидів є інсектициди, фунгіциди, гербіциди, родентициди, регулятори росту рослин та ін.

Окремі дослідники також наголошують на тому, що пестициди класифікують на основі способу їх дії з метою досягти бажаного ефекту, тобто ділять на пестициди контактної та системної дії [18]. Засоби захисту рослин є активними речовинами, які дозволяють фермерам контролювати різних шкідників, і, таким чином, є одним із найважливіших ресурсів у сільськогосподарському виробництві [19]. Отже, засоби захисту рослин відіграють важливу роль у забезпеченні виробництва продукції рослинництва.

Так, J. Cooper і H. Dobson у своїх дослідженнях посилаються на низку переваг від використання хімічних засобів захисту рослин, серед яких: покращений термін зберігання продукції; менша трудомісткість прополювання; зменшення кількості пального; підвищення врожайності; захист садових рослин [20]. Багато фермерів у країнах, що розвиваються, вважають використання пестицидів найкращим засобом захистити свої посіви від шкідників [21].

На переконання таких вітчизняних учених як Л. В. Василенко та О. А. Корчинська, «...ринок пестицидів має перебувати під жорстким контролем держави для запобігання використанню застарілих, екологічно небезпечних хімічних засобів захисту рослин» [22]. Наприклад, наразі в Китаї режим контролю виробництва пестицидів підлягає серйозним реформам [23].

За даними Міжнародної організації з питань продовольства та сільського господарства при ООН (*Food and Agricultural Organization*) (ФАО), лібералізація ринків сировини, яку часто називають успішною ринковою реформою, може призвести до неефективного використання пестицидів із високими зовнішніми витратами [24].

При купівлі й використанні неякісних пестицидів й агрохімікатів згідно зі стандартом ISO 1750:1981 (зі змінами) сільськогосподарські товаровиробники не тільки втрачають урожай сільськогосподарських культур, а й завдають

шкоду здоров'ю людини через споживання продукції рослинного походження. Отже, основною характеристикою пестицидів як небезпечних речовин є їхня токсичність, яка залежить від хімічних і фізичних властивостей їх діючих речовин. Тому питання додержання чинного законодавства щодо використання інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів, родентицидів та регуляторів росту рослин в аграрному секторі економіки має перебувати під контролем держави.

Пестициди широко використовують у сучасному сільському господарстві, оскільки вони є ефективним й економічним способом підвищення якості та кількості врожаю, що формує продовольчу безпеку населення, чисельність якого у світі постійно зростає. Хоча пестициди корисні з погляду рослинництва, широке їх використання може мати серйозні наслідки для екосистеми, оскільки пестициди прямо чи опосередковано забруднюють повітря, воду, ґрунт і загалом екосистему, що загрожує здоров'ю живих істот [25]. Разом із цим, питання, які пов'язані з охороною ґрунтів та забрудненням підземних вод залишками пестицидів [26], залишаються поза належною увагою.

Незважаючи на опрацювання тематики сучасного стану ринку засобів захисту рослин в аграрному секторі економіки, визначення перспектив формування та розвитку ринку хімічних засобів захисту рослин у сільському господарстві залишається ще недостатньо дослідженим.

Мета статті. Метою дослідження є визначення перспектив формування та розвитку ринку засобів захисту рослин у сільському господарстві на глобальному та національному рівнях, аналіз структури використання пестицидів і виявлення країн, що лідирують за обсягами застосування, експорту та імпорту пестицидів у світі.

Виклад основного матеріалу дослідження. У нинішніх ринкових умовах соціально-економічного й фінансово-економічного розвитку держави базовою метою формування майбутньої моделі економіки України є активна та цілеспрямована політика щодо стану ринку сільськогосподарської продукції, організаційно-функціональних зв'язків між суб'єктами господарювання ринку, цінової політики на сільськогосподарську продукцію, стану світового ринку засобів захисту рослин у сільському господарстві.

За оцінками зарубіжних спеціалістів, одна третина обсягів сільськогосподарської продукції у світі виробляється завдяки застосуванню засобів захисту рослин [27]. Інші дослідники також наголошують на тому, що без використання засобів захисту рослин втрати плодів, овочів і зернових від шкідників, хвороб і бур'янів досягли б 78 %, 54 і 32 % відповідно [28]. Науковці також звертають увагу на те, що відмова від хімічних засобів захисту рослин призведе не тільки до різкого скорочення обсягів виробництва продуктів харчування, а й до їх здорожчання. У такій ситуації експорт бавовни, пшениці та соєвих бобів зі США знизився б на 27 % і було б втрачено 132 тис. робочих місць [29]. Згідно з розрахунками вчених НААН, у зв'язку з можливою заборонаю на українському ринку окремих діючих речовин засобів захисту рослин сумарні втрати аграрного сектора через недобір урожаю, зниження

якості продукції та додаткові витрати на внесення інсектицидів-замінників можуть збільшитися на 36,8–74,9 млрд грн, що в доларовому еквіваленті дорівнює 1,3–2,7 млрд дол. США [1]. Екологічні втрати, які проявляються у збільшенні витрат прісної води на обробку посівів, зростуть у діапазоні від 4,9 до 6,8 млн м³, викидів CO₂ – від 89,4 до 92,4 млн кг щорічно [1]. У разі заборони гліфосату за відсутності рівноцінних альтернатив втрати аграрного сектора можуть сягнути 31,0–55,2 млрд грн або 1,25–2,23 млрд дол. США; водночас додаткові викиди CO₂ становитимуть 23,7–47,4 млн кг щорічно [1]. Зазначені екологічні наслідки є особливо важливими в умовах глобальних змін клімату в напрямі потепління й необхідності адаптації до них [30].

Основні показники, що свідчать про глобальні тренди використання пестицидів у світі й окремих континентах протягом 1990–2019 рр., нами представлено в табл. 1. Отже, як видно з наведених даних, у загальносвітовому масштабі в період 1990–2019 рр. простежується тенденція до збільшення обсягів застосування пестицидів у сільському господарстві.

Незважаючи на відносно стабільні показники, досягнуті в останнє десятиліття, загальне використання пестицидів у 2010-х рр. зросло більш ніж на 50 % порівняно з 1990-ми роками. Регіонами, які демонструють найвищі темпи зростання стосовно загального обсягу використання пестицидів, є країни Америки та Океанії – обсяги використання в яких збільшилися у 2,2 та 3,2 рази відповідно. Єдиним регіоном, країни якого зменшили використання пестицидів, є Європа, де загальне зменшення становило 12106 т, або 2,5 %. В Україні за період 1992–2019 рр. застосування пестицидів у сільському господарстві зазнало істотного скорочення – на 42447 т (63,6 %). Також тенденцію до зростання в загальносвітовому масштабі демонструє показник використання пестицидів з розрахунку на 1 га посівної площі (табл. 2).

Найвищі темпи зростання інтенсивності використання пестицидів з розрахунку на 1 га демонструють країни Північної та Південної Америки й Океанії. Для України ж характерне зменшення цього показника, особливо в період після 2014 р., що пояснюється, зокрема, зниженням курсу національної валюти і, як наслідок, збільшенням вартості пестицидів для вітчизняних виробників.

Основні тенденції зміни показників світового ринку пестицидів протягом досліджуваного періоду представлено на рис. 1. Наведені дані свідчать, що найбільшими експортерами та імпортерами пестицидів є країни Європи.

У 1990 р. у США та Європі функціонувало більше десяти великих агрохімічних компаній, але до 2009 р. кількість цих суб'єктів господарювання скоротилася до шести великих через злиття та поглинання (M&A), а саме Syngenta, Bayer, BASF, Dow Chemical, DuPont і Monsanto [32]. У 2015 р. відбулося злиття Dow і DuPont, а у 2016 р. – купівля китайською національною компанією ChemChina корпорації Syngenta (найбільшого світового виробника засобів для захисту рослин і насіння), а також укладення угоди між німецьким концерном Bayer й американським виробником генно-модифікованого насіння

та гербицидів Monsanto [33].

Таблиця 1

Використання пестицидів у 1990–2019 рр., т

Роки	Світ	Азія	Америка	Африка	Європа	Океанія	Україна
1990	2303814	1112444	613026	65943	490495	21906	х
1991	2280831	1113523	604015	62720	478041	22532	х
1992	2342257	1174614	630832	54424	456087	26300	66772
1993	2405554	1215704	633247	49613	479029	27961	61843
1994	2566746	1344511	684646	51088	461303	25198	56915
1995	2710806	1458036	708221	56930	457541	30078	51986
1996	2816477	1515464	749379	58553	457815	35266	47058
1997	2939864	1575539	793337	59460	473574	37954	42129
1998	2999157	1585999	836266	60754	475247	40891	37201
1999	3114984	1683746	866579	63010	464270	37379	32272
2000	3082416	1642107	893710	63873	444951	37775	27344
2001	3060157	1628435	894181	64503	436299	36739	22415
2002	3099190	1671441	882220	67492	446488	31549	17487
2003	3196567	1695429	970788	69668	423610	37072	12558
2004	3379358	1780650	1046892	73236	437458	41122	15344
2005	3452191	1819577	1069296	71280	452835	39203	23022
2006	3501115	1887955	1064169	77360	430487	41144	28833
2007	3790471	2015116	1203949	75614	457516	38276	36476
2008	3838038	2042592	1184114	79227	482385	49720	54081
2009	3754920	2094753	1115971	79611	420342	44243	36445
2010	4014569	2156871	1277525	84706	447148	48319	62535
2011	4109891	2203215	1272747	92543	487569	53817	79492
2012	4152377	2212554	1293859	98119	492886	54959	90815
2013	4111617	2149760	1325297	99987	485163	51410	86782
2014	4165398	2174335	1330973	98734	505258	56098	78201
2015	4125890	2151365	1332665	97585	487109	57166	64987
2016	4160980	2173387	1319146	97450	501331	69666	51772
2017	4185592	2185233	1338328	102100	490260	69671	38558
2018	4141023	2177222	1306782	107023	480270	69726	25343
2019	4168778	2148810	1363996	107864	478389	69719	24325
Зміни (+/-) 2019 р. до 1990 р.	1864964	1036366	750970	41921	-12106	47813	-42447*
У %	81,0	93,2	у 2,2 р.б.	63,6	-2,5	у 3,2 р.б.	-63,6

Примітка. * До показника 1992 р.

Джерело: сформовано авторами на основі [31].

Китай належить до країн, де першими почали застосовувати хімічні засоби захисту рослин. У 1950 р. Китай почав виробляти інсектицид гексахлорциклогексан, а у 1957 р. у Китаї збудовано перший завод із виробництва пестицидів на основі фосфатоорганічних сполук [34].

Використання пестицидів з розрахунку на 1 га у 1990–2019 рр., кг

Роки	Світ	Азія	Америка	Африка	Європа	Океанія	Україна
1990	1,55	2,15	1,63	0,32	1,34	1,03	х
1991	1,53	2,15	1,61	0,30	1,30	1,06	х
1992	1,58	2,08	1,69	0,26	1,43	1,32	1,94
1993	1,62	2,15	1,71	0,23	1,52	1,35	1,80
1994	1,73	2,38	1,85	0,24	1,47	1,19	1,66
1995	1,82	2,58	1,92	0,26	1,47	1,50	1,51
1996	1,90	2,69	2,04	0,26	1,48	1,57	1,38
1997	1,97	2,80	2,16	0,26	1,52	1,57	1,24
1998	2,01	2,82	2,27	0,27	1,54	1,66	1,10
1999	2,08	2,98	2,35	0,27	1,52	1,42	0,96
2000	2,06	2,92	2,42	0,28	1,46	1,41	0,82
2001	2,05	2,89	2,41	0,28	1,45	1,33	0,67
2002	2,08	2,96	2,39	0,29	1,50	1,21	0,52
2003	2,13	2,99	2,63	0,29	1,43	1,45	0,38
2004	2,24	3,12	2,83	0,30	1,48	1,47	0,46
2005	2,28	3,18	2,89	0,29	1,54	1,36	0,69
2006	2,32	3,30	2,87	0,31	1,47	1,55	0,86
2007	2,51	3,52	3,25	0,30	1,57	1,50	1,09
2008	2,54	3,57	3,22	0,31	1,65	1,87	1,62
2009	2,48	3,64	3,06	0,31	1,44	1,49	1,09
2010	2,64	3,75	3,48	0,33	1,54	1,71	1,87
2011	2,69	3,81	3,48	0,35	1,68	1,57	2,38
2012	2,69	3,82	3,53	0,36	1,70	1,60	2,72
2013	2,66	3,70	3,61	0,36	1,67	1,51	2,58
2014	2,69	3,74	3,63	0,36	1,75	1,62	2,32
2015	2,66	3,68	3,63	0,36	1,68	1,70	1,93
2016	2,68	3,70	3,61	0,35	1,74	2,13	1,54
2017	2,68	3,70	3,62	0,37	1,70	2,09	1,15
2018	2,66	3,69	3,54	0,39	1,67	2,07	0,75
2019	2,69	3,68	3,70	0,39	1,66	2,10	0,72
Зміни (+/-) 2019 р. до 1990 р.	1,14	1,53	2,07	0,07	0,32	1,07	-1,22
У %	73,5	71,2	у 2,3 р.б.	21,9	23,9	у 2 р.б.	-62,9

Примітка. * До показника 1992 р.

Джерело: сформовано авторами на основі [31].

У сільськогосподарському виробництві застосовують багато пестицидів, які вважають занадто небезпечними для використання в розвинених країнах, тим не менш, вільно експортують до країн, що розвиваються [35]. Є загальний ризик імпорту пестицидів, які входять до складу нових продуктів й експортуються в інші країни [36]. Як лідер у світових справах, США повинні допомагати контролювати й виявляти на світовому ринку пестициди, експорт яких заборонений, та ті, які незареєстровані для використання [35].

Підхід Китаю до безпечності експорту харчових продуктів акцентує увагу на створенні мережі закритого постачання елітними експортно-орієнтованими

компаніями та фермами, які можуть продемонструвати, що вони запровадили відповідний контроль безпеки та мають високі санітарні стандарти, кваліфікований персонал і контроль над сировиною для гарантування безпеки своєї продукції [37]. Різні рівні залишків пестицидів у різних країнах можуть істотно порушити торгівлю у світі [38]. Тому вплив на навколишнє середовище агроекспортного виробництва у світі залишається важливим питанням [39].

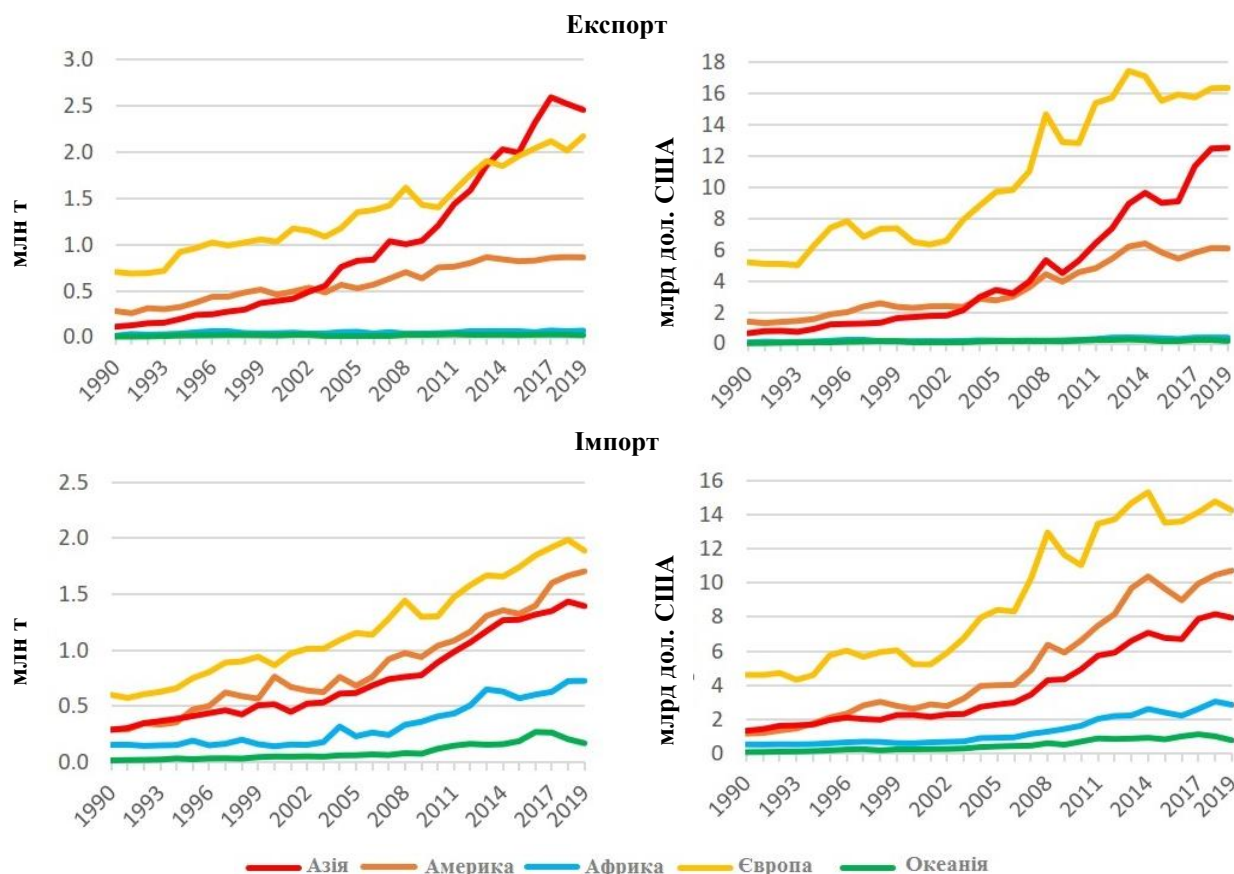


Рис. 1. Основні показники світового ринку пестицидів у 1990–2019 рр.

Джерело: побудовано авторами на основі [31].

На загальносвітовому рівні загальне використання пестицидів у сільському господарстві у 2019 р. залишалося стабільним, дорівнюючи 4,2 млн т активних інгредієнтів. Середній світовий рівень застосування пестицидів з розрахунку на площу посівних угідь становив 2,69 кг/га, коливаючись у розрізі континентів від 0,39 кг/га в Африці до 3,70 кг/га в Америці.

Світові обсяги торгівлі пестицидами у 2019 р. досягли приблизно 5,6 млн т готової продукції на суму 35,5 млрд дол. США, при цьому використання пестицидів на площу посівних угідь зросло з 1,55 кг/га у 1990 р. до 2,69 кг/га у 2019 р. У структурі застосування пестицидів (рис. 2) зростає частка гербіцидів з 38,7 до 53,3 % від загального обсягу, що зумовлено збільшенням обсягу їх використання на 1330530 т або у 2,5 рази.

За загальним обсягом використання пестицидів у 2019 р. Україна перебувала на 22-му місці серед країн світу, при цьому мала майже потрійне відставання від Індії, яка перебувала на 10-му місці (рис. 3). Це можна пояснити

різницею площ сільськогосподарських земель. Якщо ж брати до уваги показник внесення пестицидів на одиницю площі, то Україна (0,72 кг/га) також не входить до ТОП-10, що, своєю чергою, можна пояснити більш тривалим операційним циклом вітчизняних сільськогосподарських підприємств. У світі до числа лідерів за інтенсивністю використання пестицидів (кг/га) у 2019 р. належали такі країни: Тринідад і Тобаго (24,96), Сент-Люсія (19,60), Еквадор (14,03), Гонконг (13,75), Тайвань (13,35), Китай (13,07), Ізраїль (12,74), Беліз (11,34), Південна Корея (10,59) та Колумбія (7,08).

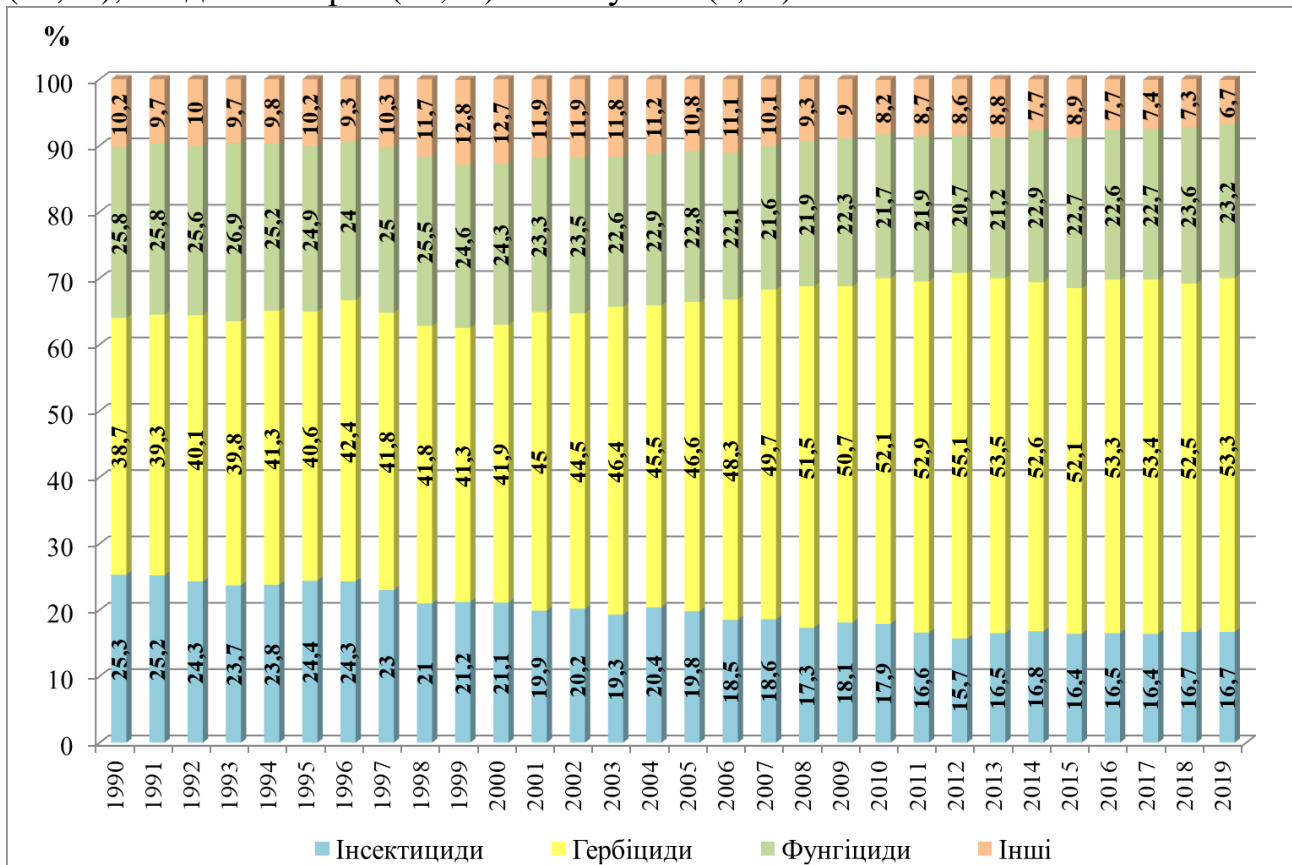


Рис. 2. Структура використання пестицидів у 1990–2019 рр., %
 Джерело: побудовано авторами на основі [31].

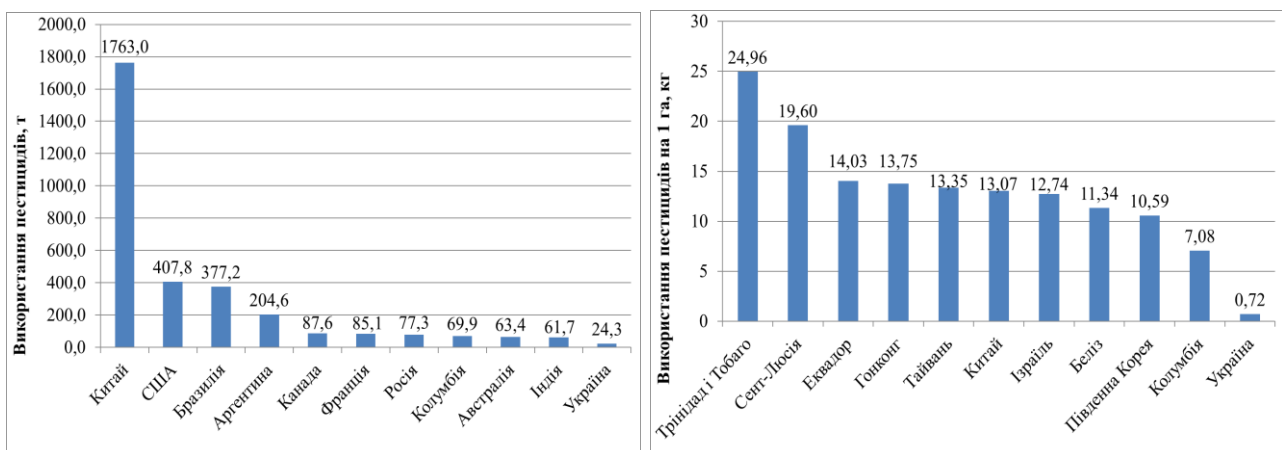


Рис. 3. Країни-лідери за використанням пестицидів, 2020 р.
 Джерело: побудовано авторами на основі [31].

Аналізуючи динаміку інтенсивності використання пестицидів у світі, слід звернути увагу на їх ефективність. Для вимірювання виробничої ефективності використання пестицидів учені запропонували індекс співвідношення витрат/вигід, який відображає обсяг використання пестицидів для виробництва певної кількості врожаю за рік [40]. Згідно із цим індексом, на глобальному рівні ефективність використання пестицидів зростала протягом 1990–2007 рр., проте починаючи з 2007 р. знижувалася. Серед основних країн найбільші обсяги використання пестицидів (г/кг урожаю) протягом 2010–2014 рр. були в Бразилії (1,883), за якою слідували Японія (1,846), Мексика (1,678), Китай (1,243), Канада (0,979), США (0,873), Франція (0,708), Німеччина (0,673), Великобританія (0,550) та Індія (0,089) [40]. Отже, не завжди більший обсяг застосування пестицидів з розрахунку на 1 га площі забезпечував вищу виробничу ефективність.

Для оцінки зміни обсягів використання пестицидів у світі нами розраховано три можливі сценарії розвитку показників у динаміці: песимістичний, очікуваний та оптимістичний.

Для розрахунку прогнозних значень показників за умов песимістичного сценарію розвитку економічних явищ і процесів ми використовували рівняння тренду вигляду: $y = a_0 + \log a_1$.

Прогнозування показників за очікуваного сценарію розраховано з використання лінійного тренду: $y = a_0 + a_1$.

Оптимістичний сценарій розвитку нами розглядався у вигляді рівняння тренду: $y = a_0 + \exp a_1$.

Здобуті рівняння тренду мають такі параметри:

– очікуваний сценарій: $Y = 2271744 + 64309,1$ (середня відносна помилка – 3,66 %);

– оптимістичний сценарій: $Y = 2315482 + \exp^{0,99024}$ (1,13 %);

– песимістичний сценарій: $Y = 1982360 + \log 643091$ (1,69 %).

Як свідчать прогнозні розрахунки, у 2025 р., очікуваний обсяг загальносвітового використання пестицидів становитиме 4879,3 тис. т, за оптимістичного сценарію – 5233,1 тис. т, за песимістичного – 3802,8 тис. т. У 2030 р. очікуваний рівень загальносвітового використання пестицидів становитиме 5232,0 тис. т, за оптимістичного сценарію – 5917,2 тис. т, за песимістичного – 3802,8 тис. т. Як свідчать показники надійності, найбільш стійким є оптимістичний прогноз.

Основні прогнози за масивом даних (табл. 1) про використання пестицидів у світі наведено нами на рис. 4. Параметри рівнянь підтверджують тенденції до збільшення застосування пестицидів у світовому масштабі.

Слід розуміти, що на прогнозні показники істотно можуть вплинути різні чинники, зокрема пандемія Covid-19 та російська військова агресія в Україні. Разом із тим, розраховані сценарії доцільно враховувати при формуванні державної політики у сфері сільського господарства.

Аналогічним чином розраховано прогнози використання пестицидів в Україні. Рівняння тренду мають такі параметри:

- очікуваний сценарій: $Y = 67524,7 - 1505,4 (5,17 \%)$;
- оптимістичний сценарій: $Y = 69381,9 + \exp^{0,926182} (4,27 \%)$;
- песимістичний сценарій: $Y = 74298,8 - \log 15054 (4,62 \%)$.

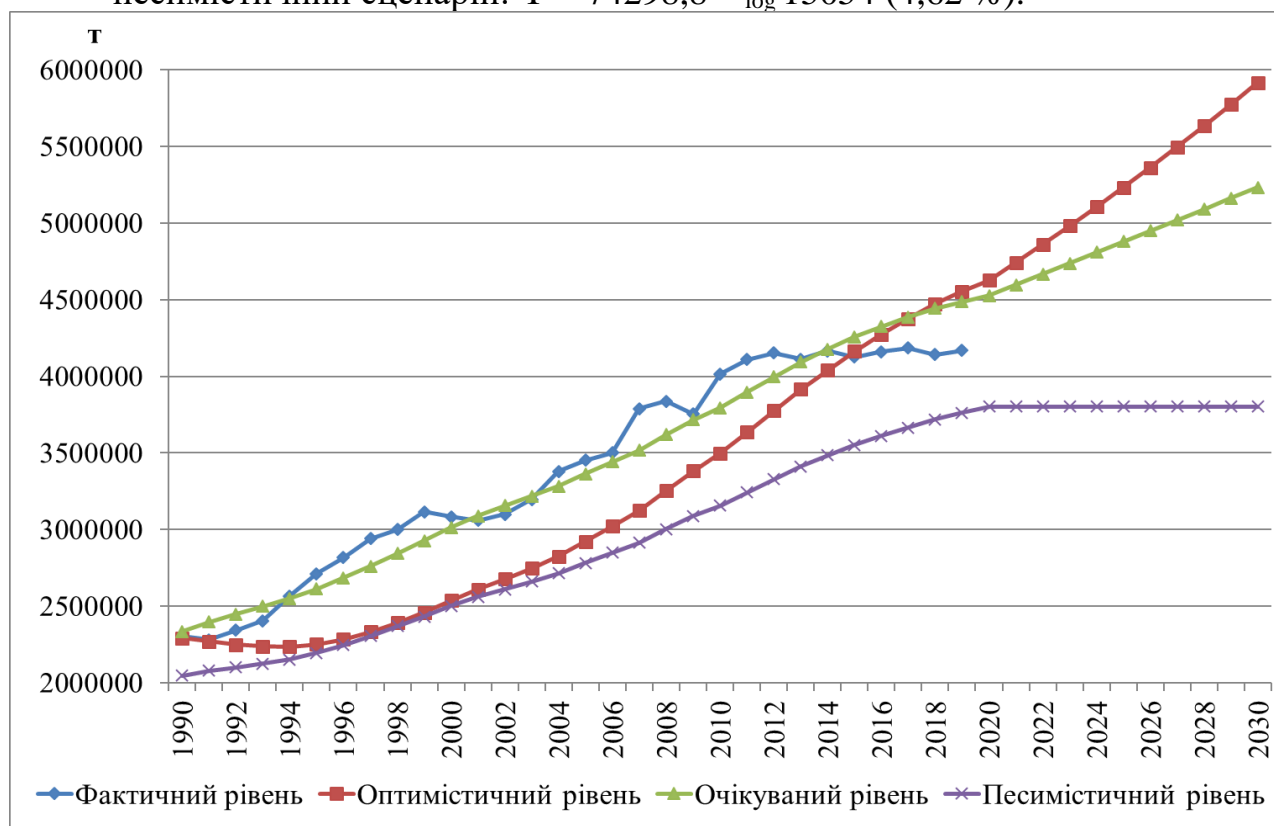


Рис. 4. Прогнозний загальний обсяг використання пестицидів у світі на період до 2030 р., т

Джерело: розрахунки авторів.

Основні прогнози за масивом даних про використання пестицидів в Україні (табл. 1) представлено на рис. 5. Як свідчать прогнозні розрахунки, у 2025 р. очікуваний обсяг використання пестицидів в Україні становитиме 41,4 тис. т, за оптимістичного сценарію – 55,3 тис. т, за песимістичного – 46,7 тис. т. У 2030 р. очікуваний загальний обсяг використання пестицидів в Україні становитиме 41,9 тис. т, за оптимістичного сценарію – 61,9 тис. т, за песимістичного – 46,7 тис. т. Як свідчать визначені показники статистичної надійності, найбільш стійким є оптимістичний сценарій прогнозу.

На відміну від загальносвітових тенденцій, для України характерні періоди істотного зниження використання пестицидів, зокрема протягом 1990-х та 2010-х років. Якщо для першого періоду зниження використання пестицидів в Україні можна пояснити загальним зменшенням сільськогосподарського виробництва, то для останнього десятиліття зниження загального обсягу використання хімічних засобів захисту рослин, на наш погляд, відбувається як за рахунок покращення технологій застосування препаратів, використання засобів захисту рослин в оптимальних дозах, здійснення постійного контролю за якістю (що зумовлює використання меншої кількості більш якісних пестицидів), так і через застосування технологій органічного землеробства.

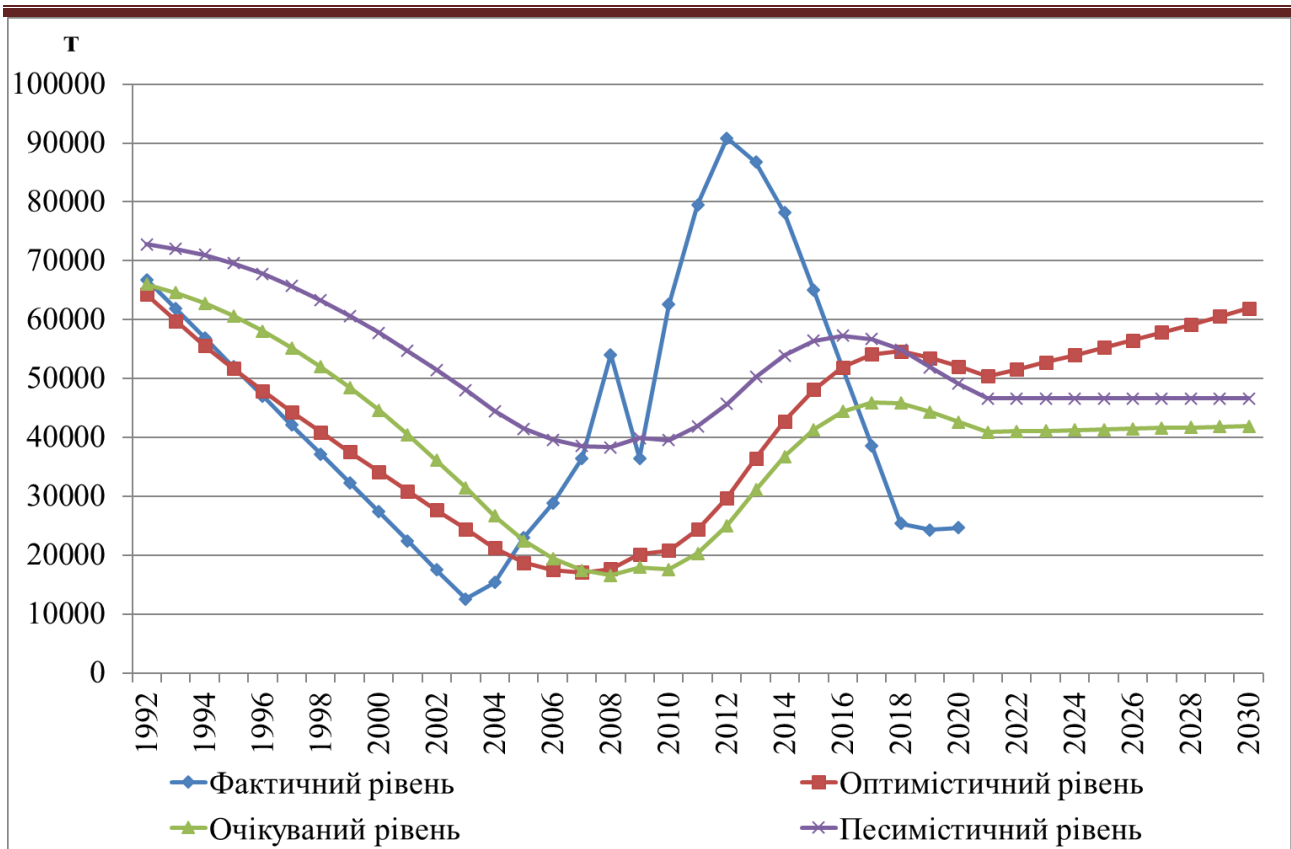


Рис. 5. Прогнозний загальний обсяг використання пестицидів в Україні на період до 2030 р., т

Джерело: розрахунки авторів.

Рівняння тренду для відносного показника (використання пестицидів з розрахунку на 1 га) у загальносвітовому масштабі мають такі параметри:

– очікуваний сценарій: $Y = 1,53 + 0,393$ (середня відносна помилка – 3,85 %);

– оптимістичний сценарій: $Y = 1,59 + \exp^{0,9871}$ (11,67 %);

– песимістичний сценарій: $Y = 1,35 + \log 0,3931$ (15,81 %).

У 2025 р., як свідчать прогнози розрахунки, очікуваний рівень внесення пестицидів з розрахунку на 1 га посівної площі у світі становитиме 3,14 кг, за оптимістичного сценарію – 3,33 кг, за песимістичного – 2,48 кг. У 2030 р. у світі очікуваний рівень внесення пестицидів з розрахунку на 1 га посівної площі становитиме 3,30 кг, за оптимістичного сценарію – 3,73 кг, за песимістичного – 2,48 кг. Як свідчать показники надійності, найбільш стійким є очікуваний прогноз.

Основні прогнози за масивом даних (табл. 2) про інтенсивність використання пестицидів у світі наведено на рис. 6.

Рівняння тренду для цього показника в Україні мають такі параметри:

– очікуваний сценарій: $Y = 1,96 - 0,34$ (середня відносна помилка – 51,10 %);

– оптимістичний сценарій: $Y = 2,01 + \exp^{0,9278}$ (40,72 %);

– песимістичний сценарій: $Y = 2,11 + \log 0,343$ (65,59 %).

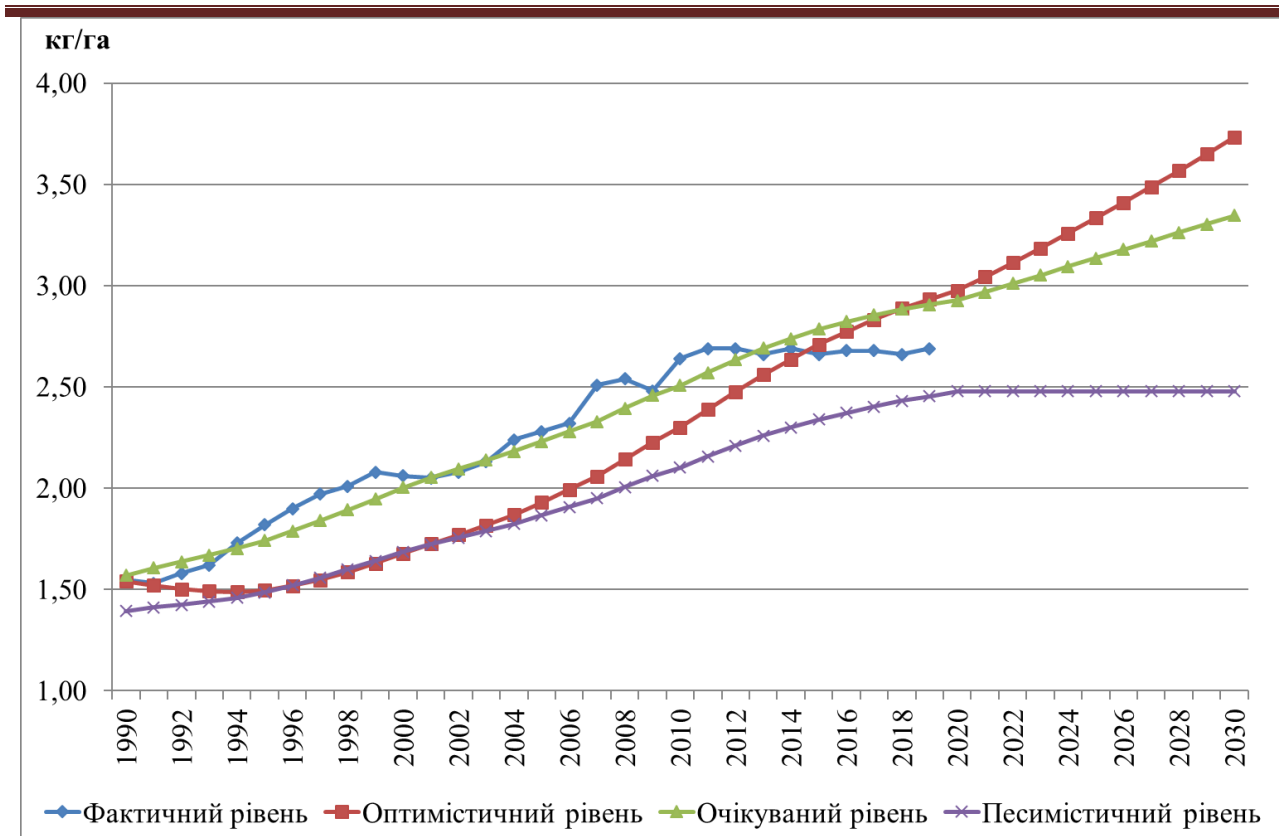


Рис. 6. Прогнозний обсяг використання пестицидів у світі з розрахунку на одиницю площі на період до 2030 р., кг/га

Джерело: розрахунки авторів.

Очікуваний рівень внесення пестицидів з розрахунку на 1 га посівної площі в Україні у 2025 р., як свідчать прогнози розрахунки, становитиме 1,30 кг, за оптимістичного сценарію – 1,70 кг, за песимістичного – 1,41 кг. У 2030 р. в Україні очікуваний середній рівень внесення пестицидів з розрахунку на 1 га посівної площі становитиме 1,33 кг, за оптимістичного сценарію – 1,92 кг, за песимістичного – 1,41 кг. Слід зазначити, що показники надійності для цих прогнозів свідчать про невисокий ступінь їх імовірності через значні коливання фактичних даних. Сценарні прогнози за масивом даних (табл. 2) про інтенсивність використання пестицидів в Україні наведено на рис. 7.

Обговорюючи результати дослідження, слід зазначити, що вони мають важливу практичну цінність для виробників та експортерів при формуванні ринку хімічної продукції у світі. Визначені основні показники світового ринку пестицидів і структура їх використання є важливими компонентами у формуванні державної політики у сфері пестицидів й агрохімікатів і мають певну цінність для аграрних товаровиробників. Умови, в яких функціонує аграрний сектор, мають високий рівень мінливості й невизначеності, і ця обставина вимагає від виробників сільськогосподарської продукції пошуку шляхів отримання достовірної інформації про стан ринку цієї продукції, організаційно-функціональних зв'язків між суб'єктами господарювання ринку [41], а також про стан ринків матеріально-технічних ресурсів, пестицидів та агрохімікатів, що використовують аграрні підприємства. Так, С. Collins та інші

вчені стверджують, що стабільна політика є важливою для забезпечення безпечного економічного, екологічного та соціально прийняттого простору для подальших інновацій у виробництві та використанні хімічних речовин [42]. Щоб сприяти справді «сталому розвитку» у сфері захисту рослин, німецьке Федеральне агентство з навколишнього середовища рекомендує комплексний підхід до всіх відповідних сфер політики (захист рослин, навколишнє середовище, охорона природи та сільське господарство), заснованої на таких п'яти основних принципах: мінімізація використання; ідентифікація, кількісна оцінка та повідомлення про ризики; інтерналізація зовнішніх ефектів; компенсація неминучих наслідків; оптимізація управління ризиками [43].

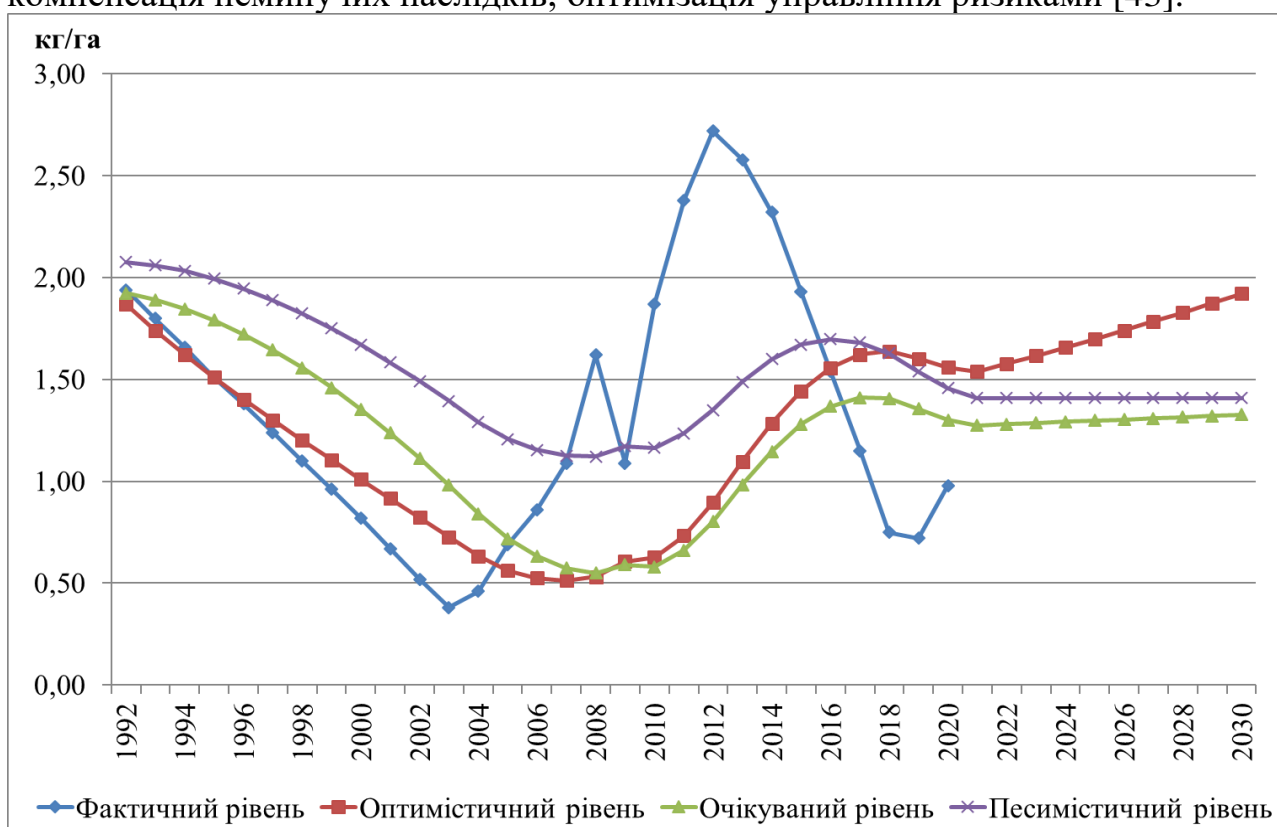


Рис. 7. Прогнозний обсяг використання пестицидів в Україні з розрахунку на одиницю площі на період до 2030 р., кг/га

Джерело: розрахунки авторів.

Суспільство потребує впровадження нової аграрної концепції щодо виробництва харчових продуктів, яка є безпечнішою для людини та довкілля [44]. На продовольчу безпеку й безпечність продуктів харчування впливає багато факторів, включаючи: вибір способу землекористування, зміну клімату, методи вирощування сільськогосподарських культур, нові технології боротьби зі шкідниками [45]. В окремих економічно розвинених країнах щороку зростає виробництво біопрепаратів – як альтернативних засобів у боротьбі зі шкідниками, хворобами та бур'янами. Обсяг використання біопрепаратів у світі з кожним роком збільшується. Так, дослідження авторів [46] свідчать, що біопрепарати є екологічно чистими речовинами й можуть використовуватися в окремих господарствах як один із методів захисту від шкідників з метою

зменшення застосування хімічних речовин. Найбільший ринок біопрепаратів сконцентровано в Північній Америці (44 %), Латинській та Південній Америці (10 %), а в Азії та Індії приблизно до 6 % [47]. Окремі дослідники [48] дійшли до висновку, що в майбутньому біопрепарати стануть одним із альтернативних засобів синтетичним хімічним препаратам через їх меншу вартість, безпеку й широке поширення та доступність. Втрата врожаю, яка спричинена шкідниками, є серйозною проблемою для сільськогосподарського виробництва. Зменшення витрат на боротьбу зі шкідниками та використання пестицидів може бути досягнуто шляхом запровадження або збільшення популяції природних ворогів [49].

Ефективність регулювання ринку пестицидів полягає в забороні або ліквідації пестицидів, які є найнебезпечнішими та мають найбільший потенціал шкоди для людей та навколишнього середовища [50]. Як бачимо, наслідки застосування хімічних засобів захисту рослин від шкідників і хвороб проявляються не тільки у виробничій та економічній сферах, а й у питаннях ідентифікації, кількісної оцінки, оптимізації управління ризиками, мікробної деградації і конверсії ксенобіотиків у навколишньому середовищі та ін. Таким чином, у перспективі слід заохочувати використання в сільськогосподарському виробництві біопрепаратів замість хімічних пестицидів.

Висновки. Ринок засобів захисту рослин є одним із найважливіших ресурсів у сільськогосподарському виробництві, оскільки пестициди разом із технологічними інноваціями відіграють важливу роль у стимулюванні обсягу світового виробництва аграрної продукції. Аналіз сучасних світових трендів розвитку ринку засобів захисту рослин показав, що він характеризується тенденціями до нарощування обсягів виробництва, експорту, імпорту й застосування пестицидів. Найвищі темпи зростання інтенсивності використання пестицидів з розрахунку на 1 га демонструють країни Америки й Океанії, а найнижчі – країни Африки. Найбільшими експортерами та імпортерами пестицидів є країни Європи. На відміну від загальносвітових тенденцій, для України характерні періоди істотного зниження використання пестицидів, зокрема протягом 1990-х і 2010-х років, що з позицій імплементації Європейського зеленого курсу можна вважати певною мірою позитивним.

На основі виявлених багаторічних тенденцій уперше розраховано прогнозний рівень використання пестицидів у світі та в Україні на період до 2030 р. за різними сценаріями (очікуваний, оптимістичний, песимістичний). Так, у 2030 р. очікуваний рівень загальносвітового використання пестицидів становитиме 5232,0 тис. т, за оптимістичного сценарію – 5917,2 тис. т, за песимістичного – 3802,8 тис. т. В Україні у 2030 р. прогнозний загальний обсяг використання пестицидів становитиме за очікуваного сценарію 41,9 тис. т, за оптимістичного сценарію – 61,9 тис. т, за песимістичного – 46,7 тис. т. Як у світі, так і в Україні, найбільш стійким є оптимістичний сценарій прогнозу. При цьому критерії надійності для прогнозних значень використання пестицидів підприємствами України свідчать про їх більш високу волатильність порівняно

із прогностичними показниками щодо світового рівня (очікуваний сценарій – 5,17 %; оптимістичний сценарій – 4,27 %; песимістичний сценарій – 4,62 %).

З метою вдосконалення державної політики у сфері пестицидів та агрохімікатів і для подолання проблем ринку засобів захисту рослин у сільському господарстві України, перш за все, необхідно:

– удосконалити законодавчу базу щодо поліпшення державного регулювання ринку у сфері поводження з пестицидами та агрохімікатами з наданням рівнозначних альтернатив щодо заміників у разі заборони використання окремих засобів захисту рослин на українському ринку;

– внести зміни до Закону України «Про захист рослин» щодо посилення відповідальності за використання фальсифікованих засобів захисту рослин – хімічних продуктів, що не відповідають встановленим світовим вимогам, які висувають до хімічних засобів захисту рослин від шкідників і хвороб;

– упровадити більш ефективний державний нагляд і контроль за додержанням чинного законодавства щодо використання в сільськогосподарському виробництві якісних пестицидів і гарантування безпеки їх застосування у відповідності до світових стандартів якості ISO 22000 та вимог нормативно-правових актів ЄС;

– посилити відповідальність усіх учасників ринку хімічних засобів захисту рослин за порушення чинного законодавства про охорону навколишнього природного середовища в умовах сталого розвитку;

– у сільськогосподарському виробництві необхідним є комплексне поєднання агрохімічного захисту з різноманітними біологічними та механічними методами боротьби, при цьому держава має стимулювати застосування біопрепаратів замість хімічних пестицидів.

На нашу думку, потребують подальшого розгортання наукової дискусії та подальших досліджень щодо проблем, які спрямовані на пошук методологічних і практичних підходів до формування та розвитку ринку засобів захисту рослин від шкідників і хвороб у контексті імплементації Європейського зеленого курсу; охорони ґрунтів та забруднення підземних вод, а також контролю за обігом пестицидів та їх використанням відповідно до вимог ЄС і країн-партнерів України в міжнародній торгівлі.

Подяка. Колектив авторів щиро дякує анонімним рецензентам за їхні конструктивні відгуки, поради та зауваження.

Список використаних джерел

1. На засіданні Бюро Президії НААН розглядали питання проблем ринку засобів захисту рослин в Україні. URL: http://naas.gov.ua/newsall/newsnaan/?ELEMENT_ID=7413.

2. Skevas T., Lansink A. G. J. M., Stefanou S. E. Designing the emerging EU pesticide policy: a literature review. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*. 2013. Vol. 64–65. Is. 1. Pp. 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2012.09.001>.

3. Public Health Impact of Pesticides Use in Agriculture. Geneva: WHO, 1990. 129 p. URL:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39772/9241561394.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

4. Damalas C. A., Eleftherohorinos I. G. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2011. Vol. 8. Is. 5. Pp. 1402–1419. <https://doi.org/10.3390/ijerph8051402>.

5. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 2009. WHO, 2009. 92 p. URL: <http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/ref/WHO%E8%BE%B2%E8%97%A5%E5%88%86%E9%A1%9E.pdf>.

6. Colopy J. Poisoning the developing world: the exportation of unregistered and severely restricted pesticides from the United States. *UCLA Journal of Environmental Law and Policy*. 1995. Vol. 13. Is. 2. Pp. 167–222. <https://doi.org/10.5070/L5132018871>.

7. Galt R. E. “It just goes to kill Ticos”: national market regulation and the political ecology of farmers’ pesticide use in Costa Rica. *Journal of Political Ecology*. 2009. Vol. 16. Is. 1. Pp. 1–33. <https://doi.org/10.2458/v16i1.21689>.

8. Vdovenko N., Baidala V., Burlaka N., Diuk A. Management mechanism of agrarian economic system: composition, functioning and factors of development in Ukraine. *Problems and Perspectives in Management*. Vol. 16. Is. 2. Pp. 179–189. [https://doi.org/10.21511/ppm.16\(2\).2018.16](https://doi.org/10.21511/ppm.16(2).2018.16).

9. Tomilin O., Galych O., Kalinichenko A. Economic aspects of development of interbranch relations in the agrarian sector: monograph. Opole: University of Opole, 2016. 171 p. URL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/1568>.

10. Phillips M. W. A. Agrochemical industry development, trends in R & D and the impact of regulation. *Pest Management Science*. 2019. Vol. 76. Is. 10. Pp. 3348–3356. <https://doi.org/10.1002/ps.5728>.

11. Кучер А. В., Кучер Л. Ю., Пащенко Ю. В. Циркулярна економіка в системі сталого розвитку аграрного сектора в умовах євроінтеграції. *Економіка та суспільство*. 2021. № 32. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-24>.

12. Tomilin O. O., Gryscho V. V., Kolomiyets S. A. Features of investment regulation of construction in agriculture / eds. V. Onyshchenko, G. Mammadova, S. Sivitska, A. Gasimov. *Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations. ICBI 2019*. Lecture Notes in Civil Engineering. Vol. 73. Springer, Cham. 2020. Pp. 741–755. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_73.

13. Gorb O., Yasnolob I., Chayka T., Zoria O., Dugar T., Shvedenko P., Kalian O. ... Protsiuk N. (2020). Ecological-agrochemical land evaluation and classification under organic farming. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Vol. 11. No. 6. Pp. 1588–1595. [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.6\(46\).29](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.6(46).29).

14. Panagiotakopulu E., Buckland P., Day P., Doumas C. Natural insecticides and insect repellents in antiquity: a review of the evidence. *Journal of Archaeological Science*. 1995. Vol. 22. Is. 5. Pp. 705–710. <https://doi.org/10.1016/S0305->

4403(95)80156-1.

15. Nicolopoulou-Stamati P., Maipas S., Kotampasi C., Stamatis P., Hens L. Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*. 2016. Vol. 4. 148. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>.

16. Public health impact of pesticides used in agriculture. World Health Organization, 1990. 129 p. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39772>.

17. Alewu B., Nosiri C. Pesticides and human health. *Pesticides in the modern world – effects of pesticides exposure* / ed. M. Stoytcheva. London: IntechOpen, 2011. Pp. 231–250. <https://doi.org/10.5772/18734>.

18. Zacharia J. T. Identity, physical and chemical properties of pesticides. *Pesticides in the modern world – effects of pesticides exposure* / ed. M. Stoytcheva. London: InTech, 2011. Pp. 1–18. <https://doi.org/10.5772/17513>.

19. Thematic strategy on the sustainable use of pesticides. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128178>.

20. Cooper J., Dobson H. The benefits of pesticides to mankind and the environment. *Crop Protection*. 2007. Vol. 26. Is. 9. Pp. 1337–1348. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.03.022>.

21. Sarkar S., Juliana D., Bernardes G., James K., Niklas M., Kees J. The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food. European Parliament, 2021. 44 p. <https://doi.org/10.2861/28995>.

22. Василенко Л. В., Корчинська О. А. Ринок хімічних засобів захисту рослин: моногр. Київ: АПСВТ, 2020. 176 с. URL: http://www.socosvita.kiev.ua/sites/default/files/Monohrafiia_Korchynskaia_2021.pdf.

23. Snyder F., Ni L. Chinese apples and the emerging world food trade order: food safety, international trade, and regulatory collaboration between China and the European Union. *The Chinese Journal of Comparative Law*. 2017. Vol. 5. Is. 2. Pp. 253–307. <https://doi.org/10.1093/cjcl/cxx014>.

24. World summit on food security. Summary report. URL: <https://enb.iisd.org/events/2009-world-summit-food-security/summary-report-16-18-november-2009>.

25. Sharma A., Kumar V., Shahzad B., Tanveer M., Singh Sidhu G. P., Handa N., Kohli S. K. ... Thukral A. K. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Applied Sciences*. 2019. № 1. 1446. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1485-1>.

26. Про схвалення Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року: Розпорядження КМУ від 20.10.2021 р. № 1363-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-%D1%80#Tex>.

27. Liu C. J., Men W. J., Liu Y. J., Zhang H. The pollution of pesticides in soils and its bioremediation. *System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture*. 2002. Vol. 18. Is. 4. Pp. 291–297. URL: <https://caod.oriprobe.com/order.htm?id=4825063&ftext=base>.

28. Cai D. W. Understand the role of chemical pesticides and prevent misuses of pesticides. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*. 2008. Vol. 1. Pp. 36–38.

http://caod.oriprobe.com/articles/14090775/zheng_que_ren_shi_hua_xue_nong_yao_de_zuo_yong_ji_fang_zhi_lan_yong_hu.htm.

29. Guo X. F., Zhang H. F., Li J. G. The importance of fungicides/bactericides in American agriculture. *World Pesticides*. 2007. Vol. 9. Is. 3. Pp. 21–25.

30. Кучер А. В. Стратегічні напрями розвитку низьковуглецевого землекористування як запоруки стійкості до змін клімату: моногр. Харків: ФОП Бровін О. В., 2019. 202 с. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22016.38400>.

31. Food and agriculture data. URL: <https://www.fao.org/faostat/en>.

32. Nishimoto R. Global trends in the crop protection industry. *Journal of Pesticide Science*. 2019. Vol. 44. Is. 3. Pp. 141–147. <https://doi.org/10.1584/jpestics.D19-101>.

33. Іщук С. О., Созанський Л. Й., Коваль Л. П., Ляховська О. В. Виклики та перспективи розвитку хімічних виробництв у регіонах України / наук. ред. С. О. Іщук. НАН України; ДУ “Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долишнього НААН України”. Львів, 2018. 91 с. URL: <http://ird.gov.ua/irdp/p20180603.pdf>.

34. Zhang W., Jiang F., Ou J. (2011). Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 2011. Vol. 1(2). Pp. 125–144. URL: https://www.researchgate.net/publication/228841853_Global_pesticide_consumption_and_pollution_With_China_as_a_focus.

35. Hill R. Problems and policy for pesticide exports to less developed countries. *Natural Resources Journal*. 1988. Vol. 28. Is. 4. Pp. 699–720. URL: <https://digitalrepository.unm.edu/nrj/vol28/iss4/4>.

36. Valbuena D., Cely-Santos M., Obregón D. Agrochemical pesticide production, trade, and hazard: narrowing the information gap in Colombia. *Journal of Environmental Management*. 2021. Vol. 286. 112141. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112141>.

37. Gale F., Buzby J. C. Imports from China and food safety issues. Economic Information Bulletin No. 52. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, 2009. 37 p. URL: <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=44392>.

38. Hejazi M., Grant J. H., Peterson E. Trade impact of maximum residue limits in fresh fruits and vegetables. *Food Policy*. 2022. Vol. 106. 102203. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2021.102203>.

39. Galt R. E. “It just goes to kill Ticos”: national market regulation and the political ecology of farmers’ pesticide use in Costa Rica. *Journal of Political Ecology*. 2009. Vol. 16. Is. 1. Pp. 1–33. <https://doi.org/10.2458/v16i1.21689>.

40. Zhang W. J. Global pesticide use: Profile, trend, cost / benefit and more. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 2018. Vol. 8. No. 1. Pp. 1–27. URL: [http://www.iaees.org/publications/journals/piaees/articles/2018-8\(1\)/global-pesticide-use-Profile-trend-cost-benefit.pdf](http://www.iaees.org/publications/journals/piaees/articles/2018-8(1)/global-pesticide-use-Profile-trend-cost-benefit.pdf).

41. Kozlovskiy S., Mazur H., Vdovenko N., Shepel T., Kozlovskiy V. Modeling and forecasting the level of state stimulation of agricultural production in Ukraine based on the theory of fuzzy logic. *Montenegrin journal of economics*. 2018. Vol. 14. No. 3. Pp. 37–53. <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2018.14-3.3>.
42. Collins C., Depledge M., Fraser R., Johnson A., Hutchison G., Matthiessen P., Murphy R. ... Sumpteri J. Key actions for a sustainable chemicals policy. *Environment International*. 2020. Vol. 137. 105463. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105463>.
43. Frische T., Egerer S., Matezki S., Pickl C., Wogram J. 5-Point programme for sustainable plant protection. *Environmental Sciences Europe*. 2018. Vol. 30. 8. <https://doi.org/10.1186/s12302-018-0136-2>.
44. Nicolopoulou-Stamati P., Maipas S., Kotampasi C., Stamatis P., Hens L. Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*. 2016. Vol. 4. 148. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>.
45. Strategic framework for the International Plant Protection Convention (IPPC) 2020–2030. Protecting global plant resources and facilitating safe trade. FAO: Rome, 2021. 28 p. URL: <https://www.fao.org/3/cb3995en/cb3995en.pdf>.
46. Shishir A., Bhowmik A., Akanda N., Mamun A., Khan S., Hoq M. M. Efficacy of indigenous *Bacillus thuringiensis* strains for controlling major vegetable pests in Bangladesh. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 2015. Vol. 25. Is. 3. Pp. 729–734. URL: <http://www.icb.osaka-u.ac.jp/AnnuRep/AnnuRep37/167.pdf>.
47. Bailey K. L., Boyetchko S. M., Längle T. Social and economic drivers shaping the future of biological control: a Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biological Control*. 2010. Vol. 52. Is. 3. Pp. 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.003>.
48. Pavela R. Larvicidal effects of some Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*. 2009. Vol. 105. Is. 3. Pp. 887–892. <https://doi.org/10.1007/s00436-009-1511-0>.
49. Popp J., Pető K., Nagy J. Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2013. Vol. 33. Pp. 243–255. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0105-x>.
50. Donley N. The USA lags behind other agricultural nations in banning harmful pesticides. *Environmental Health*. 2019. Vol. 18. 44. <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0488-0>.

References

1. At the meeting of the Bureau of the Presidium of the National Academy of Agrarian Sciences, issues of the problems of the market of plant protection products in Ukraine were considered (2021). Available at: http://naas.gov.ua/newsall/newsnaan/?ELEMENT_ID=7413.
2. Skevas, T., Lansink, A. G. J. M., & Stefanou, S. E. (2013). Designing the

emerging EU pesticide policy: a literature review. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 64–65(1), 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2012.09.001>.

3. WHO (1990). Public Health Impact of Pesticides Use in Agriculture. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39772/9241561394.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

4. Damalas, C. A., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(5), 1402–1419. <https://doi.org/10.3390/ijerph8051402>.

5. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification (2009). Available at: <http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/ref/WHO%E8%BE%B2%E8%97%A5%E5%88%86%E9%A1%9E.pdf>.

6. Colopy, J. (1995). Poisoning the developing world: the exportation of unregistered and severely restricted pesticides from the United States. *UCLA Journal of Environmental Law and Policy*, 13(2), 167–222. <https://doi.org/10.5070/L5132018871>.

7. Galt, R. E. (2009). “It just goes to kill Ticos”: national market regulation and the political ecology of farmers’ pesticide use in Costa Rica. *Journal of Political Ecology*, 16(1), 1–33. <https://doi.org/10.2458/v16i1.21689>.

8. Vdovenko, N., Baydala, V., Burlaka, N., & Dyuk, A. (2018). Management mechanism of agrarian economic system: composition, functioning and factors of development in Ukraine. *Problems and Perspectives in Management*, 16(2), 179–189. [https://doi.org/10.21511/ppm.16\(2\).2018.16](https://doi.org/10.21511/ppm.16(2).2018.16).

9. Tomilin, O., Halych, O., & Kalinichenko, A. (2016). Economic aspects of development of interbranch relations in the agrarian sector. Opole, University of Opole. URL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/1568>.

10. Phillips, M. W. A. (2019). Agrochemical industry development, trends in R & D and the impact of regulation. *Pest Management Science*, 76(10), 3348–3356. <https://doi.org/10.1002/ps.5728>.

11. Kucher A., Kucher L., & Pashchenko, Yu. (2021). Circular economy in the system of sustainable development of agrarian sector in the conditions of European integration. *Economy and Society*, 32. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-24>.

12. Tomilin, O. O., Gryshko, V. V., & Kolomiyets, S. A. (2020). Features of investment regulation of construction in agriculture. In V. Onyshchenko, G. Mammadova, S. Sivitska, A. Gasimov (Eds), *Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations. ICBI 2019. Lecture Notes in Civil Engineering* (pp. 741–755), vol. 73. Cham, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_73.

13. Gorb, O., Yasnolob, I., Chayka, T., Zoria, O., Dugar, T., Shvedenko, P., Kalian, O., ... & Protsiuk, N. (2020). Ecological-agrochemical land evaluation and

classification under organic farming. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 11(6), 1588–1595. [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.6\(46\).29](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.6(46).29).

14. Panagiotakopulu, E., Buckland, P., Day, P., & Doumas, C. (1995). Natural insecticides and insect repellents in antiquity: a review of the evidence. *Journal of Archaeological Science*, 22(5), 705–710. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(95\)80156-1](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(95)80156-1).

15. Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*, 4, 148. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>.

16. *Public health impact of pesticides used in agriculture*. World Health Organization (1990). URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39772>.

17. Alewu, B., & Nosiri, C. (2011). Pesticides and human health. In M. Stoytcheva (Ed), *Pesticides in the modern world – effects of pesticides exposure* (pp. 231–250). London, IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/18734.12>.

18. Zacharia, J. T. (2011). Identity, physical and chemical properties of pesticides. In M. Stoytcheva (Ed), *Pesticides in the modern world – effects of pesticides exposure* (pp. 231–250). London, InTech. <https://doi.org/10.5772/17513>.

19. *Thematic strategy on the sustainable use of pesticides*. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128178>.

20. Cooper, J., & Dobson, H. (2007). The benefits of pesticides to mankind and the environment. *Crop Protection*, 26(9), 1337–1348. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.03.022>.

21. Swagata, S., Dias Bernardes Gil, J., Keeley, J., Möhring, N., & Jansen, K. (2021). *The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food*. European Parliament. <https://doi.org/10.2861/28995>.

22. Vasylenko, L. V., & Korchynska, O. A. (2020). *Rynok khimichnykh zasobiv zakhystu roslyn* [Market of chemical plant protection products], Kyiv, APSVT. http://www.socosvita.kiev.ua/sites/default/files/Monohrafiia_Korchynskaia_2021.pdf.

23. Snyder, F., & Ni, L. (2017). Chinese apples and the emerging world food trade order: food safety, international trade, and regulatory collaboration between China and the European Union. *The Chinese Journal of Comparative Law*, 5(2), 253–307. <https://doi.org/10.1093/cjcl/cxx014>.

24. World summit on food security (2009). Summary report. Available at: <https://enb.iisd.org/events/2009-world-summit-food-security/summary-report-16-18-november-2009>.

25. Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Singh Sidhu, G. P., Handa, N., Kohli, S. K., ... & Thukral, A. K. (2019). Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Applied Sciences*, 1, 1446. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1485-1>.

26. The Cabinet of Ministers of Ukraine (2021), Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine “On approval of the Strategy of ecological safety and adaptation to climate change for the period up to 2030”. Available at:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-%D1%80#Tex>.

27. Liu, C. J., Men, W. J., Liu, Y. J., & Zhang, H. (2002). The pollution of pesticides in soils and its bioremediation. *System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture*, 18(4), 291–297. Available at: <https://caod.oriprobe.com/order.htm?id=4825063&ftext=base>.

28. Cai, D. W. (2008). Understand the role of chemical pesticides and prevent misuses of pesticides. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, 1, 36–38. http://caod.oriprobe.com/articles/14090775/zheng_que_ren_shi_hua_xue_nong_yao_de_zuo_yong_ji_fang_zhi_lan_yong_hu.htm.

29. Guo, X. F., Zhang, H. F., & Li, J. G. (2007). The importance of fungicides/bactericides in American agriculture. *World Pesticides*, 9(3), 21–25.

30. Kucher, A. (2019). *Stratehichni napriamy rozvytku nyzkovuhletsevoho zemlekorystuvannia yak zaporuky stiikosti do zmin klimatu [Strategic directions of the development of low carbon land use, to strengthen resilience to climate change]*. Kharkiv, Publisher Brovin. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22016.38400>.

31. FAO (n.d.). Food and agriculture data. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en>.

32. Nishimoto, R. (2019). Global trends in the crop protection industry. *Journal of Pesticide Science*, 44(3), 141–147. <https://doi.org/10.1584/jpestics.D19-101>.

33. Ishchuk, S. O., Sozanskyi, L. Y., Koval, L. P., & Liakhovska, O. V. (2018). *Vyklyky ta perspektyvy rozvytku khimichnykh vyrobnytstv u rehionakh Ukrainy [Challenges and prospects for the development of chemical production in the regions of Ukraine]*, Lviv, NAS of Ukraine; SI “Institute of Regional Research named after M. I. Dolishniy of the NAS of Ukraine”. Available at: <http://ird.gov.ua/irdp/p20180603.pdf>.

34. Zhang, W., Jiang, F., & Ou, J. (2011). Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 1(2), 125–144. URL: https://www.researchgate.net/publication/228841853_Global_pesticide_consumption_and_pollution_With_China_as_a_focus.

35. Hill, R. (1988). Problems and policy for pesticide exports to less developed countries. *Natural Resources Journal*, 28(4), 699–720. URL: <https://digitalrepository.unm.edu/nrj/vol28/iss4/4>.

36. Valbuena, D., Cely-Santos, M., Obregón, D. (2021). Agrochemical pesticide production, trade, and hazard: narrowing the information gap in Colombia. *Journal of Environmental Management*, 286, 112141. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112141>.

37. Gale, F., & Buzby, J. C. (2009). *Imports from China and food safety issues*. Economic Information Bulletin No. 52. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. Available at: <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=44392>.

38. Hejazi, M., Grant, J. H., & Peterson, E. (2022). Trade impact of maximum residue limits in fresh fruits and vegetables. *Food Policy*, 106, 102203.

<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2021.102203>.

39. Galt, R. E. (2009). “It just goes to kill Ticos”: national market regulation and the political ecology of farmers’ pesticide use in Costa Rica. *Journal of Political Ecology*, 16(1), 1–33. <https://doi.org/10.2458/v16i1.21689>.

40. Zhang, W. J. (2018). Global pesticide use: Profile, trend, cost / benefit and more. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 8(1), 1–27. Available at: [http://www.iaees.org/publications/journals/piaees/articles/2018-8\(1\)/global-pesticide-use-Profile-trend-cost-benefit.pdf](http://www.iaees.org/publications/journals/piaees/articles/2018-8(1)/global-pesticide-use-Profile-trend-cost-benefit.pdf).

41. Kozlovskiy, S., Mazur, H., Vdovenko, N., Shepel, T., & Kozlovskiy, V. (2018). Modeling and forecasting the level of state stimulation of agricultural production in Ukraine based on the theory of fuzzy logic. *Montenegrin journal of economics*, 14(3), 37–53. <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2018.14-3.3>.

42. Collins, C., Depledge, M., Fraser, R., Johnson, A., Hutchison, G., Matthiessen, P., Murphy, R., ... & Sumptner, J. (2020). Key actions for a sustainable chemicals policy. *Environment International*, 137, 105463. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105463>.

43. Frische, T., Egerer, S., Matezki, S., Pickl, C., & Wogram, J. (2018). 5-Point programme for sustainable plant protection. *Environmental Sciences Europe*, 30, 8. <https://doi.org/10.1186/s12302-018-0136-2>.

44. Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*, 4(148), <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>.

45. FAO (2021). Strategic framework for the International Plant Protection Convention (IPPC) 2020–2030. Protecting global plant resources and facilitating safe trade. Available at: <https://www.fao.org/3/cb3995en/cb3995en.pdf>.

46. Shishir, A., Bhowmik, A., Akanda, N., Mamun, A., Khan, S., & Hoq, M. M. (2015). Efficacy of indigenous *Bacillus thuringiensis* strains for controlling major vegetable pests in Bangladesh. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(3), 729–734. Available at: <http://www.icb.osaka-u.ac.jp/AnnuRep/AnnuRep37/167.pdf>.

47. Bailey, K. L., Boyetchko, S. M., & Längle, T. (2010). Social and economic drivers shaping the future of biological control: a Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biological Control*, 52(3), 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.003>.

48. Pavela, R. (2009). Larvicidal effects of some Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, 105(3), 887–892. <https://doi.org/10.1007/s00436-009-1511-0>.

49. Popp, J., Pető, K., & Nagy, J. (2013). Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 243–255. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0105-x>.

50. Donley, N. (2019). The USA lags behind other agricultural nations in banning harmful pesticides. *Environmental Health*, 18(44),

<https://doi.org/10.1186/s12940-019-0488-0>.

Citation:

Стиль – ДСТУ:

Вдовенко Н., Томілін О., Коваленко Л., Гечбаія Б., Кончаковський С. Світові тенденції та перспективи розвитку ринку засобів захисту рослин. *Agricultural and Resource Economics*. 2022. Vol. 8. No. 2. Pp. 179–205. <https://doi.org/10.51599/are.2022.08.02.10>.

Style – APA:

Vdovenko, N., Tomilin, O., Kovalenko, L., Gechbaia, B., & Konchakovskiy, E. (2022). Global trends and development prospects of the market of plant protection products. *Agricultural and Resource Economics*, 8(2), 179–205. <https://doi.org/10.51599/are.2022.08.02.10>.