

## ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ОСНОВ ҐРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ У ВІДТВОРЕННІ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО КИТАЮ

**Ю. С. Кравченко**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
**ORCID ID: 0000-0003-4175-9622**

Національний університет біоресурсів і природокористування України

*Досліджено історію становлення ґрунтозахисного землеробства у Китаї. Висвітлено аграрну політику уряду Китаю щодо збереження родючості чорноземів. Досліджено зміни властивостей китайських чорноземів за: ґрунтозахисного та контурного обробітку, щільювання і борознування, терасування, смугового розміщення культур та змішаних і проміжних посівів, сівозмін, мульчування, удобрення, тощо. Установлено визначальну роль чорноземів у виробництві сої, рису японського та кукурудзи на зерно в Китаї.*

**Ключові слова:** чорнозем, ґрунтозахисні технології, родючість, аграрна політика.

**Постановка проблеми.** Китай є країною, яка забезпечує харчуванням 22% населення Землі, має 6,4; 7,2 і 5,8% світових запасів земельних ресурсів, орних земель та водних ресурсів відповідно. Майже 41% сої, 34% кукурудзи на зерно і 30-50% рису (японського) виробляється у Північно-Східному Китаї, у якому зосереджені найбільш родючі чорноземні ґрунти [1]. Водночас, 40% орних земель регіону зазнають вплив деградаційних процесів, викликаних зростаючими темпами інтенсифікації землеробства на фоні збільшення щільності населення на цій території. Ця проблема частково вирішується застосуванням ґрунтозахисних технологій використання ґрунтів і впровадженням відповідної аграрної політики, але залишається актуальною до теперішнього часу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Китай є величезною за розмірами країною з різноманітними агроecosystemами і системами управління аграрним виробництвом, які впроваджуються на землях більш ніж 200 млн господарств і забезпечують продуктами харчування 1/5 частину населення Землі. Традиційне «безвідходне» сільське господарство Китаю, яке направлене на використання власних ресурсів і мінімальне споживання енергії, води і поживних речовин іззовні, наразі змінюється на інтенсивне виробництво сільськогосподарської продукції, яке потребує закупівлю великої кількості добрив, меліорантів, засобів захисту рослин і агротехніки на ринку. Сучасна аграрна політика Китаю намагається об'єднати традиційні і сучасні підходи в управлінні сільськогосподарським

виробництвом і фокусується на стійкому економічному, соціальному розвитку території і збереженню довкілля.

Формування основних інтенсивних підходів ведення землеробства у Китаї відбулося між XIV та XX століттями нашої ери. У цей період удвічі збільшилася врожайність сільськогосподарських культур, застосовувалися технології трансплантації зернових, впроваджувалася глибока оранка ґрунтів, поверталися назад у ґрунт післязбиральні рослинні решти, вирощували бобові у якості зеленого добрива, використовували також гній, компости і річковий мул. Індекс врожайності збільшувався із 0,6 – у 206-220 рр. до н.е. за династії Хан до 0,8 – у 618-906 рр. н.е. за династії Танг, 1,0 – у 960-1279 рр. н.е. за династії Сонг, 1,4 – у XIX ст. і 1,6 – у XX столітті нашої ери [2]. Наприкінці 1940<sup>x</sup> і початку 1950<sup>x</sup> років у Китаї була проведена земельна реформа, в результаті якої 43% орних земель було передано об'єднаним сільським кооперативам. Один кооператив налічував приблизно 160 господарств [3]. Одночасно із введенням земельної реформи, була впроваджена планова економіка, яка встановила фіксовані ціни на більш ніж 200 товарів сільськогосподарського виробництва. Виробництво овочів і фруктів приватними господарствами та їх продаж на ринку було сильно обмеженим, квоти на вирощування даної продукції надавала місцева адміністрація [4]. Пізніше, наприкінці 1950<sup>x</sup> років, Мао Цзедун запропонував об'єднати сільські кооперативи у великі державні фермерські господарства, кожне з яких налічувало близько 5000 дворів [5]. Останнє

рішення, на думку Lin [6], спричинило голодомор у 1959-1961 роках і загибель 30 млн жителів Китаю. Земельна реформа супроводжувалася індустріалізацією сільського господарства Китаю. З 1957 по 1966 роки більш ніж удвічі збільшилася площа зрошуваних земель, за цей період було споруджено 5 млн колодязів у семиаридних регіонах Китаю, виробництво добрив збільшилося у 7-8 разів, стали вводити у систему рослинництва карликові сорти пшениці і рису, поширювалася електрифікація і машиновикористання на селі [7, 8]. У 1978 році, на Третьому пленумі засідання ЦК КПК, було прийнято рішення про проведення експерименту щодо надання прав місцевим адміністраціям використання земель державної власності на оплатній (надання, відступлення) і безоплатній (асигнування, виділення) основі. Пізніше, на початку 1980<sup>x</sup> років дана інновація поширилася на всю країну як система побутової відповідальності (сімейний підряд), яка надавала індивідуальним сільським господарствам довгострокові права на землекористування ділянками, які належать сільським колективам [9, 10]. У результаті проведеної земельної реформи і лібералізації аграрного ринку щорічно на 0,7% збільшувалися посівні площі сільськогосподарських культур і на 2-3% підвищувалася врожайність зернових культур, індекс врожайності виріс із 1,3 – у 1952 році до 1,6 – у 1997 році, країна забезпечила себе на 90% продуктами рослинництва і тваринництва [11, 12]. Курс на технологічний розвиток сільського господарства і сільських регіонів з мінімальним використанням природних ресурсів щорічно проголошувався урядом Китаю до 2015 року включно відповідним декретом «№ 1 Центральний документ» [13]. У 2004 році китайський уряд відмінив оподаткування фермерських господарств і натомість ввів субсидування на вирощування зернових, застосування якісного насіння, внесення добрив, меліорантів і засобів захисту рослин, застосування агротехніки [14]. Рівень субсидування збільшився із 12 млн \$ у 2002 році до 22 млрд \$ у 2011 році [15]. За думкою Jiao et al. [16], вищезгадана політика вплинула на збільшення середньої врожайності сільськогосподарських культур із 5 т/га у 2004 до 6 т/га у 2015 році.

Технологічна експансія на землях сільськогосподарського призначення призвела до погіршення стану ґрунтів та навколишнього середовища. У зв'язку з цим, у 2005 році, на XVI з'їзді Комуністичної партії Китаю (КПК) була запропонована ресурсозберігаюча природоохоронна модель економічного розвитку держави. Основні принципи охорони орних ґрунтів Китаю були прописані у 2005 році у Законі про

землекористування та Національному плані комплексного розвитку територій на 2006-2020 рр. [17]. Національним планом були також розроблені регуляції щодо державного захисту 120 млн орних ґрунтів від їх нецільового використання. У 2007 році Міністерство сільського господарства Китаю анонсувало програму, відповідно до якої планувалося збільшити площі під ґрунтозахисним землеробством до 4 млн га у 2010 році [18]. Для поширення ідеї ґрунтозахисного землеробства серед фермерів були закладені наукові та виробничі демонстраційні поля у кожному районі провінції. Загальна кількість площ, на яких впроваджували ґрунтозахисне землеробство, збільшилася від тисяч гектарів у 1980 роках до 6,7 млн га – у 2014 і 8 млн га – у 2016 роках [19]. На XVIII з'їзді КПК у 2012 році охорона навколишнього середовища була визнана однією із пріоритетних цілей національного розвитку країни [20]. У квітні 2015 року КПК сумісно з Верховною радою Китаю розробили та опублікували рішення про розбудову екологічної цивілізації Китаю [21]. У цьому ж самому році Міністерством сільського господарства Китаю сумісно з сімома іншими міністерствами розроблено Національний план стійкого розвитку сільського господарства на 2015-2030 рр. Відповідно до цілей, затверджених Національним планом, передбачається: підвищити родючість ґрунтів через впровадження ґрунтозахисного обробітку, захищати та покращувати якість ґрунтів через контроль за агровиробниками та дотичними підприємствами інших галузей, більш широко використовувати мульчування, органічне та зелене добриво, покращувати ефективність водоспоживання. Планується також створити безвідходний замкнутий цикл використання післязбираних рослинних залишків, переробляючи їх у якісне органічне добриво або корм для тварин [22]. Контроль над використанням азотних добрив у рослинництві, а також концентрацією нітратів в орних ґрунтах був покладений на розроблену у 2015 році «Національну програму з дослідження ґрунтів і добрив». Ця програма була застосована у 2498 округах, на її впровадження було виділено 1 млрд \$ [23]. У 2014 році Міністерством сільського господарства Китаю було запроваджено пілотний проєкт з упровадження екологічного землеробства в 11 регіонах країни. Цьому проєкту передувала програма із тестування технологій екологічного і циркуляційного землеробства на 2010 демонстраційних полях розміщених у 500 районах і 100 регіонах держави [24]. Результати проведених великомасштабних досліджень у 2014 році виявили, що із 122 млн га орних ґрунтів

27,3% відповідали високому, 44,8% – середньому і 27,9 – низькому рівню родючості [25]. Стан родючості ґрунтів та розвиток деградаційних процесів зумовили державні інституції виступити із законодавчою ініціативою щодо охорони ґрунтів. Зона поширення чорноземів Північно-Східного Китаю входила до чотирьох найбільш пріоритетних регіонів Китаю із запровадження державних ініціатив та відповідних проєктів. У 1949 році була розроблена програма із захисту та контролю ґрунтів від ерозії. Пізніше, у 1991 році затверджено закон з «Охорони ґрунтів та води», який у 2011 році було змінено та доповнено. На основі зазначеного закону розроблено план із розроблення гідротехнічних протиерозійних споруд для 90% території Китаю. У результаті впровадження протиерозійних заходів було зупинено щорічні втрати 1,5-2,24 млрд тонн ґрунтів та 25 млрд м<sup>3</sup> води від поверхневого стоку та поліпшено 1,07 млн км<sup>2</sup> ґрунтів [26].

Системний підхід щодо запровадження адаптивної агрономічної стратегії розвитку ґрунтозахисного землеробства був розроблений Аграрним університетом Китаю і одержав назву: «Інтегроване управління системою ґрунт-рослина». Цей підхід включає такі компоненти: 1) впровадження ґрунтозахисних технологій для покращення якості ґрунтів; 2) збільшення врожайності зернових культур за ефективного інтегрованого живлення рослин без збільшення існуючих норм удобрення; 3) зменшення просторової і часової варіабельності врожайності сільськогосподарських культур; 4) покращення ефективності споживання енергії, води; 5) збільшення вмісту органічної речовини ґрунту і поживних елементів у приповерхневому кореневмісному шарі ґрунту; 6) формування сприятливих умов для утворення агрономічно-цінних і водотривких агрегатів в орному шарі ґрунтів; 7) посилення активності і збільшення видового різноманіття ґрунтової біоти; 8) збільшення відносної пропорції макропори – біопори; 9) покращення інфільтраційної здатності ґрунтів; 10) модернізація існуючих температурних режимів ґрунтів, і 11) збільшення вмісту доступної для рослин води [27, 28].

**Мета дослідження.** Основною метою даного дослідження було визначення найбільш ефективних ґрунтозахисних практик та агроекологічних політик щодо відтворення родючості китайських чорноземів.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єкти досліджень: властивості і режими чорноземів Китаю. Методи: спостереження (періодичні і моніторингові, стаціонарні і дистанційні), історичний (аналіз розвитку впровадження аграрної політики), порівняльний (виявлення змін

властивостей чорноземів за їх різного використання); аналіз і синтез. Матеріали досліджень: результати великомасштабного обстеження ґрунтів Китаю, експериментальні дані державних моніторингових станцій, дані наукових літературних джерел, фондових та інструктивних матеріалів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для підтримки позитивного тренду із відновлення родючості чорноземів, урядом Китаю були розроблені декілька науково обґрунтованих, соціально-економічних і політичних стратегій стійкого розвитку аграрних територій. Одна із останніх «стратегій» має назву «Інтегроване управління системою ґрунт-рослина», яка передбачає застосування ґрунтозахисних підходів при обробітку ґрунту, плануванні сівозмін та системи удобрення, використанні зеленого добрива, покривних, проміжних і внутрішньорядкових культур, мульчуванні, контурно-меліоративному землеробстві тощо. Роль вищезгаданих і інших елементів даної стратегії у відновленні родючості чорноземів Китаю буде розглянута у статті.

Обробіток ґрунту. Переривчасте чекове борознування міжрядь рослин з лункуванням, як захід із зменшення поверхневого стоку ґрунту і збільшення врожайності с.-г. культур, вперше було досліджено китайськими науковцями у 1940<sup>х</sup> роках. Застосування даного обробітку під посіви проса на 20°–27° схили зменшило поверхневий стік на 83–47% і збільшило врожайність культури на 9–68% порівняно із обробітком вздовж схилу [29]. Переривчасте борознування у Північно-Східному Китаї не застосовувалося широко до 1990 року через збільшення капіталовкладень за використання цієї технології на одиницю вирощеної продукції. В той же час, роботи Yang et al. [30] доводять, що застосування переривчастого борознування, порівняно із традиційним обробітком ґрунту, збільшує чистий прибуток на площі в 1 га: 146 – 153 \$ на посівах із кукурудзою і 93–96 \$ на посівах із соєю. Даний захід є ефективним на схилах із крутизною більше 6°. Трирічні демонстраційні дослідження на молісолях Північно-східного Китаю показали, що, залежно від відстані між борознами, урожайність сої та кукурудзи на зерно збільшувалися на 14,5–22,8% та 16,2–19,7% відповідно [31]. Відстань між лунками (L), із врахуванням крутизни схилу ( $\theta$ ), розраховувалася за формулою:  $L = 165,49 \theta^{-0.47}$ .

Контурний обробіток ґрунту перпендикулярно напрямку схилу застосовують на схилах із крутизною менше 10° і є найбільш ефективним на 5° схилах. За даними Zhang et al. [32], п'ятирічне застосування контурного обробітку на схилі з

крутизною 4,8° зменшило поверхневий стік та втрати ґрунту на 71% та 0,26 – 0,01 см відповідно, покращило родючість молісолю і збільшило середню врожайність с.-г. культур на 25%. Застосування контурного обробітку на схилах із крутизною 7°, порівняно із обробітком вздовж схилу, зменшило винос NPK елементів живлення і органічної речовини ґрунту на: 4,65-; 6,75-; 114- і 119,7 кг/га відповідно.

Щілювання та кротування ґрунту виконується щілинорізом-кротувачем (щілинорізами, плоско-різами-щілинорізами, чизельними плугами) на глибину 60 см. Зазвичай цей захід застосовується для збільшення водопроникливості і запасів вологи та зменшення щільності складення у широких (0,9 – 1,0 м) міжряддях [33]. Агроприєм проводять вздовж схилу (за крутизни схилу менше 1,58°) або поперек схилу (за крутизни схилу більше 1,58°). Відстань між щілинами має дорівнювати 5-8 м і може бути зменшена до 3 м за важкого та оглеєного ґрунту. За результатами щілювання зменшується поверхневий та внутрішньо-бічний змив ґрунту. Застосування щілювання на схилових чорноземах району Жаоганг (Провінція Беян, Північно-Східний Китай) зменшило щільність складення на 0,39- і 0,29 г/см<sup>3</sup> у поверхневому та верхньому перехідному горизонтах ґрунту, відзначалася відсутність поверхневого стоку після сніготанення та у літній період за 96 мм опадів, збільшилася врожайність цукрових буряків на 15,5% порівняно із традиційною технологією без використання щілювання [34].

Ґрунтозахисний обробіток. Китайськими науковцями було розроблено два основні підходи щодо застосування ґрунтозахисного обробітку на чорноземах з метою зменшення ерозійних втрат і збільшення врожайності с.-г. культур:

1. Застосування роторного обробітку і культиваторів при формуванні широких гребнів і міжгребневого розпушення. Минулорічна стерня забирається з полів весною перед сівбою.
2. Застосування no-till поперек схилу із залишенням рослинних залишків на поверхні ґрунту [35]. При застосуванні no-till у верхньому 0-20 см шарі китайського чорнозему на початку вегетації зберігається більше вологи, що відповідно впливає на зменшення температури ґрунту і повільнішим розвитком біомаси у початковий період розвитку рослин. Проте, ці вищезгадані фактори сприяють продовженню тривалості вегетаційного періоду рослин, і відповідно, збільшенню на 15,1% врожаю сої і 10,2% врожаю кукурудзи на зерно порівняно із оранкою та роторним обробітком ґрунту [36]. Заміна оранки на ґрунтозахисний обробіток за вирощування кукурудзи на зерно (найбільш поширена с.-г. культура у провінції Хейлунцзян) призводить до щорічного зниження втрат ґрунту і гумусу із 8,28 млн тонн та 200 тис тонн до 0,6 млн тонн та 15 тис тонн відповідно у провінції Гірин [37]. За даними Zhang [32], щорічний поверхневий стік і втрати ґрунту від ерозії за no-till є меншими на 92,4- та 98,3% за оранку та роторний обробіток ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1

**Середньорічні показники стоку та змиву чорнозему Китаю за різного обробітку ґрунту, 2007-2009 рр., Zhang [32]**

Обробіток ґрунту	Стік, мм	Стік, кількість	Змив ґрунту, т/км <sup>2</sup>	Змив ґрунту, кількість	Коефіцієнт (%)
No-till	3,7	9	23,2	5	0,78
Роторний обробіток	48,5	14	2118	8	9,56
Оранка	48,4	12	1357	11	9,9

Тераси – водоутримуючі (гребенеподібні), водоспрямовуючі (траншейні і тераси-канави) і площадкові (східчасті) земляні споруди, які застосовують для боротьби із ерозією ґрунтів та адаптивного ведення сільськогосподарського виробництва на схилових землях. Східчасті тераси, як ґрунтозахисний та культурний захід, відомий у Китаї вже декілька тисяч років. Дані тераси розташовані переважно у провінціях: Гірин, Юньнань, Гуйчжоу, Шеньсі, Фуцзянь, Ляонін, Хунань, Сичуань, Чжецзян. Цей вид терас є найбільш поширеним у Китаї і використовується на місцевості, що має рельєф із ухилом 5-20°. Терасування 5° схилів китайського

чорнозему, за даними Liu and Zhang [38], зменшило на 0,12 г/см<sup>3</sup> – щільність складення, збільшило на 2,0-2,9% – загальну пористість, середня водопроникність складала 0,4 мм/хв. В той же час, терасування потребує збільшення у 3-5 разів людино-годин і додаткових витрат на переміщення ґрунту і облаштування конструкцій [39].

Відповідно до рекомендацій, розроблених Державною комісією із розвитку та реформування при Міністерстві водних ресурсів Китаю, для 9 підзон регіону чорноземних ґрунтів Китаю були розроблені три протиерозійні ґрунтозахисні проектувальні моделі. Кожна модель має

контрольні межі її поширення, описується стилем «Піраміди» і характеризується певним типом ландшафту, показниками втрат ґрунту і води тощо. До першого рівня «піраміди» відносять вирівняні горизонтальні території, які не зазнають процесів водної ерозії. Для цих територій рекомендують застосовувати лісо-смуги вздовж доріг та на кордонах з іншими «контрольними лініями». До другої контрольної лінії відносять схилі землі із крутизною:  $< 3^\circ$  (рекомендується ґрунтозахисне землеробство);  $3-5^\circ$  (рекомендується смугове розміщення с.-г. культур);  $5-8^\circ$  ((рекомендується схилі (водоутримуюче) терасування));  $8-25^\circ$  (рекомендується площадкове терасування). До третьої контрольної лінії відносять схили із крутизною  $> 25^\circ$ . Для цих територій рекомендується залуження/заліснення і виведення земель з-під обробітку [40].

Смугові, змішані і проміжні посіви. У Китаї, 20-25% орних земель щорічно засіваються змішаними, післяжнивними та смуговими посівами. Останнім часом такі посіви широко застосовують у посушливих аридних, семіаридних і посушливих регіонах Північно-Східного Китаю для покращення контролю за ерозією, ґрунтовою водою, поживними елементами, шкідниками і бур'янами [41].

Смугове розміщення культур застосовують, як правило, за контурного обробітку ґрунту. Популярним є розміщення 2-3 м смуг із багаторічних трав (наприклад люцерна), які чергуються із 5 м смуговими зерновими і зернобобовими культурами. Застосування сівозміни за смугового/контурного землеробства збільшує врожайність сої, проса і картоплі на 100-; 17- і 45 % відповідно [42]. Чергування посівів озимої пшениці і кукурудзи застосовують у провінції Гансу для покращення ефективності використання азоту і вуглецю та збільшення врожаю сільськогосподарських культур [43]. Смугові посіви із Ююби (китайський фінік) та пшениці, а також молодого грецького горіха та пшениці використовують для збільшення виходу аграрної продукції на схиліх землях в окрузі Сінцзян [44]. У степових і сухостепових регіонах Північного Китаю застосовують змішані посіви на основі бобових: просо лозовидне/астргал, люцерна/сибірський дикий рис [45]. На початку 90<sup>х</sup> років минулого століття у Північно-Східному Китаї на площі у 0,3 млн га застосували міжрядкове висівання конюшини на полях із вирощуванням кукурудзи на зерно. За змішаних посівів, врожайність кукурудзи на зерно не перевищувала монокультурні посіви, але, в той же час, на цих посівах додатково збирали 15 т/га конюшини щорічно [46].

Проміжні і міжрядкові посіви у Північно-Східному Китаї застосовують не так широко, як смугові та контурні посіви. Дослідження Feike et al. [47], показали, що фермери відмовляються від вищезгаданих посівів через збільшення технічних, людських і грошових капіталовкладень, а також у зв'язку із відсутністю достатньої наукової підтримки щодо впровадження даних технологій. В той же час, застосування даних посівів може бути економічно і екологічно вигідним у районах із несприятливими умовами ведення сільського господарства. Наприклад, застосування вівса у змішаних/міжрядкових посівах із кукурудзою, соняшником та машом є агрономічно і економічно доцільним на чорноземах семігумідних і семіаридних регіонів Північно-Східного Китаю. Так, за даними наукових досліджень на полях Байченської академії аграрних наук провінції Гірін, на чорноземі легкосуглинковому, кількість зерен, врожай і середня маса тисячі зернин на 1 рослину соняшнику за змішаного посіву із вівсом була вищою на 148-290 шт., 19-25 грам і 12-18 грам ніж за традиційного монокультурного вирощування культури [48].

Сівозміни. Північно-Східний Китай є основним регіоном із вирощування кукурудзи (34%), японського рису (*Oryza sativa subsp. Japonica*) (30-50%) і сої (41%), загальна посівна площа яких у регіоні збільшилася із 14,4404 млн га (84,8%) у 2003 році до 20,0578 млн га (95,74%) у 2016 році. Натомість, площа під пшеницею, сорго, вівсом, картоплею та іншими культурами – зменшилася із 12,2479 млн га до 19,2031 млн га за вищезгаданий період. Валові збори зерна кукурудзи та рису збільшилися із 33,767- та 14,716 млн тонн у 2003 році до 74,26- та 33,939 млн тонн у 2016 році. За цей же період валовий врожай сої зменшився із 8,156 млн тонн до 6,157 млн тонн відповідно [49]. Зважаючи на домінування трьох вищезгаданих культур у структурі посівних площ, короткий вегетаційний період і тривалу холодну зиму, фермери провінції Хейлунцзян практикують переважно двопільну сівозміну: соя-кукурудза на зерно, рис-картопля або рис-бобові. Збільшення середньорічної температури на  $0,38^\circ \text{C}$ , виникнення посушливих періодів і зменшення на 3,3 мм опадів за останнє десятиліття привело не тільки до збільшення посівних площ під рисом у провінції Хейлунцзян, але і поступовим просуванням пшениці на північ регіону. У результаті цих змін збільшилися площі під посівами пшениці у південних провінціях – Гірін і Ляонін. Структура сівозміни на півдні регіону змінюється на рис-пшениця, пшениця – соя, кукурудза – соя – пшениця, соя – пшениця – рис – овес [50].

Застосування сівозмін на чорноземах Китаю не тільки збільшує врожайність ярої пшениці, кукурудзи на зерно і сої, але й і поліпшує ефективне використання води в ґрунті і рослині (транспірацію) [51]. Включення покривних культур у сівозміну, поряд із безплужними способами обробітку ґрунту, інтегрованим живленням рослин, мульчуванням – є одним із основних компонентів ґрунтозахисного землеробства. Існує також тісний зв'язок між сівозміною і: – глибиною гумусонагромадження; – формуванням загальних фізичних, фізико-механічних і водних властивостей ґрунтів [27]. 9-річне застосування двоїльної сівозміни: яра пшениця – буркун лікарський, збільшили на 7,5 % запаси органічного вуглецю та секвестрували на 43 тонни CO<sub>2</sub>/га з атмосфери більше за сівозміну, що складалася із ярої пшениці та сої [52]. Fang et al. [53] у своїх дослідженнях визначили, що щорічно, у результаті обробітку ґрунту, в атмосферу виділяється 2240 – 5000 тонни вуглецю із чорнозему, 1550 тонн з яких може бути депоновано у ґрунті при впровадженні ґрунтозахисного обробітку і застосування адаптованих до нього сівозмін.

Соя, поряд із кукурудзою на зерно, є основною польовою культурою, яка вирощується у Північно-східному Китаї. Беззмінні посіви сої призводять до деградації ґрунтів і падіння її врожаю. В той же час, застосування сівозміни та адаптованих технологій щодо її довготривалого вирощування пом'якшує негативний ефект від вирощування сої як монокультури. Дослідження Liu et al. [54], виконані на чорноземах державної наукової моніторингової станції «Хайлунь», показали, що короткотермінове (3-5 років) використання сої як монокультури знизило загальну біомасу мікроорганізмів і збільшило присутність грибів-патогенів. За 13-річного беззмінного вирощування сої та 5-річного вирощування сої у сівозміні із кукурудзою – збільшило рівень рН, поживних елементів, зменшило щільність чорнозему, збільшило кількість *Bradyrhizobium* sp. та *Gemmatimonas* sp. мікроорганізмів і *Mortierella* sp. та *Paecilomyces* sp. грибів та зменшило кількість патогенних *Fusarium* sp. грибів.

Мульчування широко застосовується у богарному землеробстві Китаю. Останнім часом на зміну традиційній мульчі із органічних залишків рослин прийшла поліетиленова плівка та гравій, який широко застосовується у ґрунтах Сухостепових районів Внутрішньої Монголії. Покриття поверхні ґрунту плівкою (ручним або механічним способом) використовується на всій території Північно-східного Китаю і суміжних з ним провінцій. Цей захід став відомим як «біла

революція» у сільському господарстві ще на початку 90-х років минулого століття [55]. Покриття поверхні ґрунту плівкою часто супроводжується застосуванням краплинного зрошення, фертигації, припосівного удобрення. Даний агротехнічний захід сприяє швидшому прогріванню ґрунту і кращому водозбереженню, елементи живлення локалізуються ближче до кореневої системи рослин і ліпше ними засвоюються, що призводить до прискореного наростання біомаси у с.-г. культурах. З іншого боку, поліетиленові залишки, що нагромаджуються у ґрунтах, є джерелом таких можливих екологічних ризиків, як: нагромадження сполук ефіру фталевої кислоти, збільшення емісії CO<sub>2</sub>, перезволоження і розвиток патогенних організмів за високогірних або гумідних умов [56]. Komarek et al. [57] вважають, що на відміну від поліетиленової плівки, повне залишення на полі мульчі із післяжнивних решток буде позитивно впливати на властивості ґрунту протягом 10-ти років. Xu et al. [58] відзначили збільшення врожаю пшениці із 2900 кг/га до 3750-5250 кг/га та збільшення вмісту гумусу до 3,05 г/кг за 5-річного застосування мульчі із соломи на фоні no-till у провінції Шансі.

Удобрення. Як зазначалося вище, інтегрована система управління живленням рослин є обов'язковим компонентом ґрунтозахисного землеробства. Дана система базується на оптимальному забезпеченні ґрунтів і рослин елементами живлення. Джерелами поживних елементів можуть бути органічні, неорганічні, мінеральні, біологічні та нано-компоненти, які застосовуються в оптимальному співвідношенні та доступних формах для забезпечення біологічного потенціалу рослин із врахуванням сівозміни, ґрунтово-кліматичних умов, ландшафту, агротехніки та ін. Протягом останніх десятиліть у Китаї значно збільшилися дози поживних речовин, внесених із добривами (рис. 1-3). Кількість цих поживних речовин перевищували їх винос із врожаєм. Унаслідок цього зменшилася середня ефективність використання азоту у рослинництві Китаю із 32% у 1980 році до 26% у 2005 році [59]. Подібна динаміка відбувалася і зі зменшенням ефективності використання фосфору (табл. 2) [60, 61]. Внесення калію із мінеральними добривами до 1980 року було мінімальним у зв'язку із слабким відкликом рослин на цей макроелемент і достатнім забезпеченням мінеральним калієм більшості ґрунтів Китаю, сформованих на лесових породах. Збільшення врожайності с.-г. культур, а також інтегрований індивідуальний підхід щодо використання фосфору і калію рослинами із врахуванням вмісту їх доступних форм у ґрунтах зумовило збільшення внесення фосфорних і калійних

добрив у Китаї із  $0,9 \cdot 10^6$  тонн (1970 рік) та  $0,4 \cdot 10^6$  тонн (1980 рік) до  $12,8 \cdot 10^6$  тонн (2009 рік) та  $7,5 \cdot 10^6$  тонн (2007 рік) відповідно.

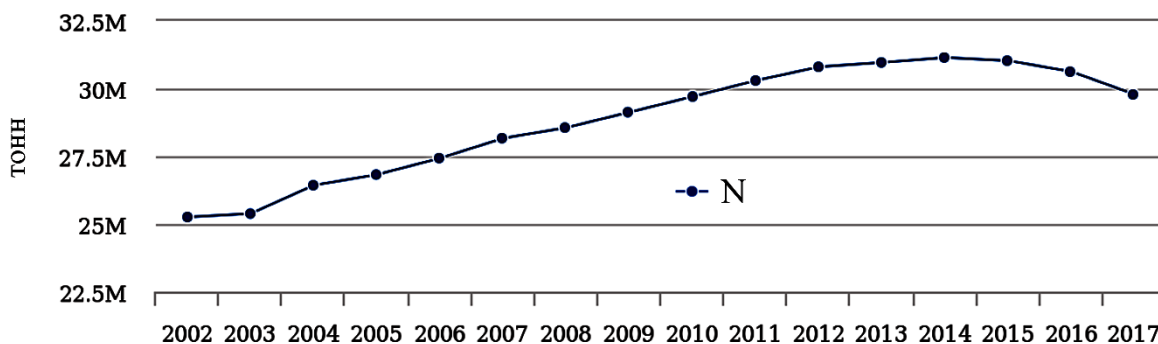


Рис. 1. Використання азоту (азотних добрив) у рослинництві Китаю за 2002-2017 рр.

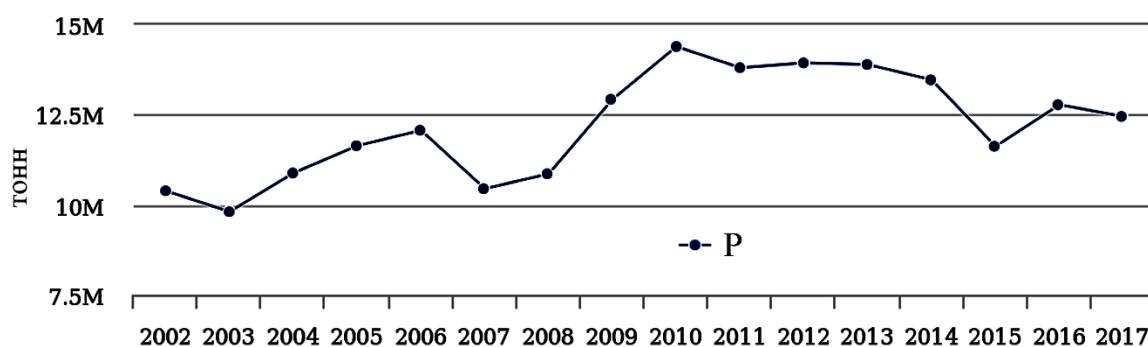


Рис. 2. Використання фосфору (фосфорних добрив) у рослинництві Китаю за 2002-2017 рр.

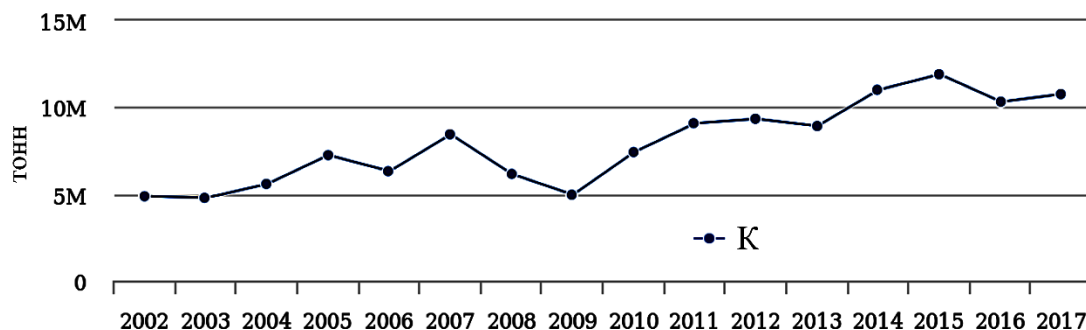


Рис. 3. Використання калію (калійних добрив) у рослинництві Китаю за 2002-2017 рр.

Таблиця 2

**Ефективність використання азоту і фосфору у рослинництві Китаю та інших країн з 1980 по 2005 роки**

Країна	Рік	Ефективність використання	
		N	P
Китай	1980	32	59
	2005	26	36
Увесь світ	1995	50	-
США	1999	44	-
	2007	-	62
Німеччина	1991	58	-
Норвегія	1991	35	-
Нідерланди	2005	-	61

Рекомендовані норми удобрення під сільськогосподарські культури вперше були розроблені у 1970<sup>х</sup> роках для господарств із середньою площею у 15-20 га. Однак, ці рекомендації не враховували локальні особливості ґрунтів і характер землекористування невеликих за розміром фермерських господарств (у Китаї всього налічується близько 200 млн господарств) із середньою площею орних земель меншу за 0,2 га [62]. До 1990 років мінеральні добрива переважно вносили під основний обробіток. Пізніше, на початку 2000 років, Китайським сільськогосподарським університетом, за державної підтримки уряду Китаю, була розроблена програма інтегрованого живлення рослин, яка враховувала: синхронізацію процесу внесення елементів живлення в ґрунт з потребами рослин у цих елементах на даний момент часу; бездефіцитне забезпечення рослин елементами живлення та інтегроване використання поживних елементів, які надходять з добривами, відходами та забруднювачами, органічними залишками, з атмосфери та геологічного середовища; інтеграцію системи удобрення з обробітком ґрунту, сівозмінною, новими сортами,

агротехнікою, меліорацією [63]. Інтегрована система удобрення була вперше протестована на 4548 фермерських господарствах. Одержані результати засвідчили збільшення урожаю зернових на 1,7 т/га, зменшення на 50 кг/га використання азотних добрив, збільшилась ефективність використання азоту із 35 до 42 кг/кг. За даними Chen et al. [64], більш ефективне використання азоту було досягнуто за рахунок багаторазового внесення азотних добрив відповідно до потреб рослин протягом вегетації. Наукові дослідження, виконані на 1517 ділянках академії наук Китаю, показали, що за інтегрованого живлення рослин внесення азотних і фосфорних добрив зменшується на 26 та 20% відповідно, врожай зернових збільшується на 8%, а втрати азоту зменшуються на 47% порівняно з традиційною системою удобрення [65]. За даними Zhang et al. [66], застосування інтегрованого живлення рослин, порівняно з традиційними технологіями, збільшує врожайність с.-г. культур на 2-12%, зберігає, повертає та зменшує втрати азоту ґрунту на 20-40%, 10-15 та 10-50% відповідно (табл. 3).

Таблиця 3

**Вплив системи інтегрованого живлення рослин на динаміку азоту в ґрунті за різних культур та сівозмін**

Культура /сівозмінна	Збільшення врожаю, %	N, %		
		Збереження	Повернення	Зменшення втрат
Пшениця- кукурудза	5-10	41-59	12-15	43-69
Рис	8-12	22-32	10-15	40-50
Овочі	2-10	30-50	5-15	40-65
Бавовник	5-8	20-30	10-15	10-30
Олійний ріпак	5-30	10-30	8-15	-
Рис-пшениця	8-20	30-50	8-30	30-50
Підсівні культури	0-10	20-50	8-13	20-45
Тютюн	0-10	10-30	7-20	40-50
Яблуня	5-15	10-50	2-12	-

Система інтегрованого живлення рослин пізніше трансформувалася у так звану «інтегровану систему управління ґрунт-рослина», основні положення якої включають: використання певних сортів/гібридів рослин, які найкраще адаптовані до специфічних локальних ґрунтово-екологічних умов; застосування спеціальних практик (мульчування, ґрунтозахисний обробіток, органічне удобрення), які направлені на покращення якості ґрунтів; інтегроване використання усіх наявних ресурсів поживних речовин і їх точне застосування відповідно до поточних потреб рослин в елементах живлення, враховуючи забезпеченість ґрунтів цими елементами живлення. Дана система з 2006 по 2009 роки була впроваджена у 43

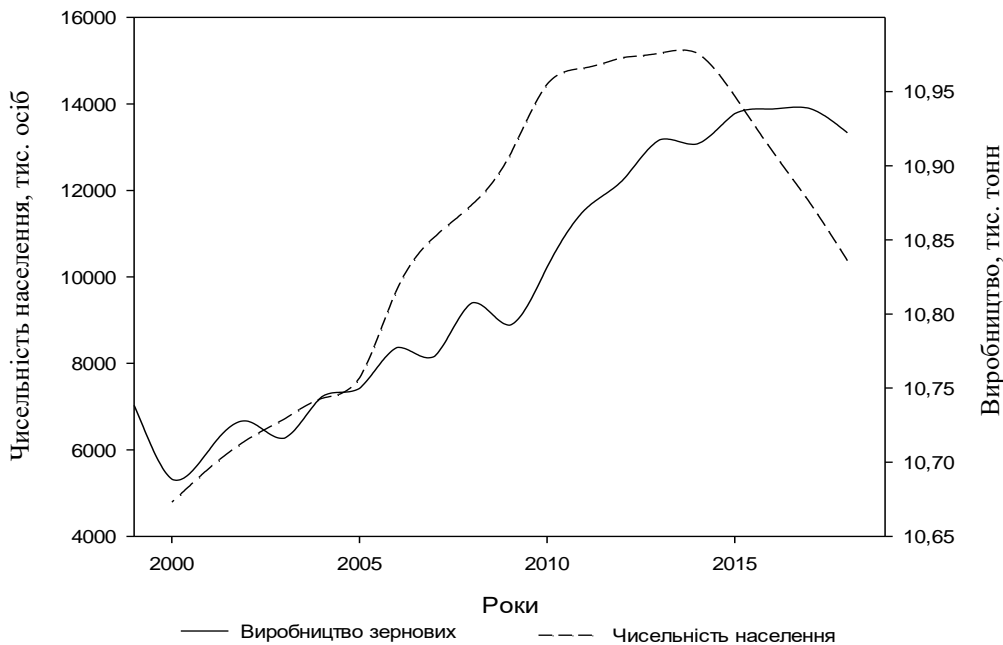
фермерських господарствах 9 провінцій. Середня врожайність кукурудзи на зерно досягла 13 т/га без збільшення дози використання азотних добрив. У середньому, врожайність зернових збільшилася на 30%, ефективність використання фосфору збільшилася до 86% [67].

Міністерство сільського господарства Китаю у 2005 році виділило 0,2 млрд доларів на «Національну програму із дослідження ґрунтів та розробки рекомендацій із застосування добрив» (STFR). Дана програма була впроваджена у 2500 районах Китаю. За результатами даної програми було закладено 5805 науково-практичних демонстраційних полів, були створені нові лабораторії, одержане сучасне обладнання, 79% фермерів одержали рекомендації, 53% фермерів

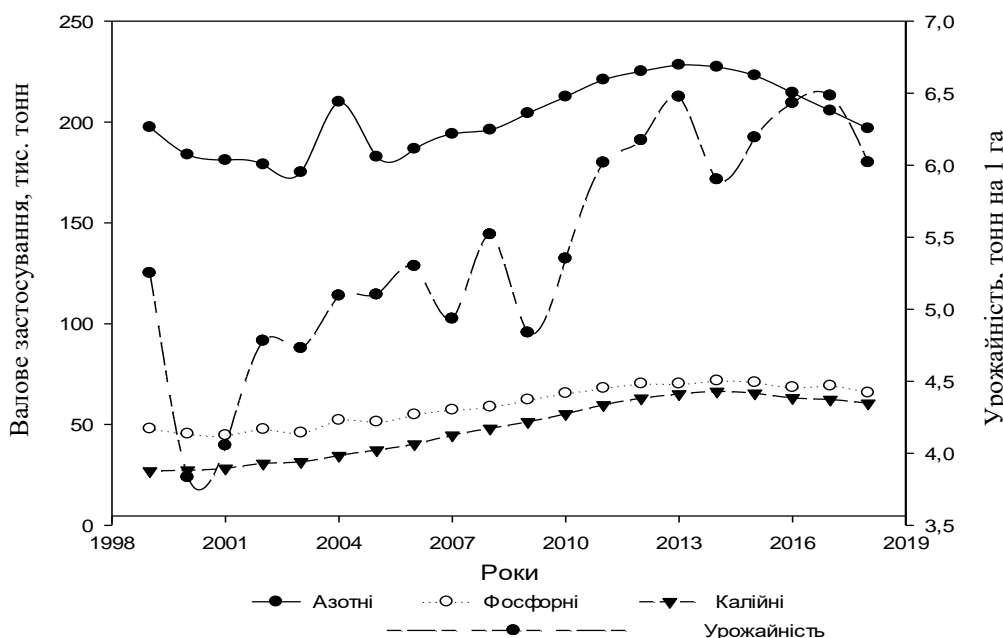


пройшли тренінги. Впровадження рекомендацій STFR дозволило учасникам програми збільшити врожайність зернових, покращити ефективність використання фосфору і агрозаходів на: 8,7; 5,3 і 27,5% відповідно. Партнерська кооперація держави з керівниками приватних сільськогосподарських підприємств позитивно вплинула на збільшення валового виробництва зернових,

збільшення врожаю сільськогосподарських культур за адаптованого застосування добрив на фоні зростаючої кількості населення за останні 20 років (рис. 4-5). На національні програми з охорони природних ресурсів Китаю за вищезгаданий період було виділено 370 млрд доларів [68-70].



**Рис. 4. Виробництво зернових і чисельність населення Північно-Східного Китаю за 1999–2018 роки**



**Рис. 5. Середня урожайність зернових культур та валове використання добрив у Північно-Східному Китаї за 1999–2018 роки**

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Дослідженнями встановлено, що найкращими державними політиками, спрямова-

ними на відтворення родючості чорноземів Північно-Східного Китаю, були: ресурсозберігаюча природоохоронна модель економічного

розвитку держави, Закон про землекористування, Національний план комплексного розвитку територій на 2006-2020 рр., Національний план стійкого розвитку сільського господарства на 2015-2030 рр. та агрономічна стратегія розвитку ґрунтозахисного землеробства «Інтегроване управління системою ґрунт-рослина». Відповідно до рішень та рекомендацій вищезгаданих політик, найкращий результат був одержаний за впровадження наступних практик:

– застосування на 20° – 27° схилах орних угідь переривчастого чекового борознування міжрядь рослин з лункуванням зменшило поверхневий стік на 83 – 47%, збільшило врожайність проса на 9-68% порівняно із обробітком вздовж схилу, збільшило чистий прибуток вирощування сої на 146 – 153 \$ і кукурудзи на зерно – на 93–96 \$ на 1 га відповідно;

– введення контурного обробітку ґрунту перпендикулярно напрямку схилу зменшило винос NPK елементів живлення і органічної речовини ґрунту на: 4,65; 6,75; 114 і 119,7 кг/га відповідно;

– застосування щілювання з кротуванням поперек 1,58° схилів зменшило щільність складення на 0,39 і 0,29 г/см<sup>3</sup> у поверхневому та верхньому перехідному горизонтах чорнозему, припинило поверхневий стік після сніготанення, збільшило врожайність цукрових буряків на 15,5% порівняно із традиційною технологією без використання щілювання;

– впровадження no-till сприяли продовженню тривалості вегетаційного періоду сої та кукурудзи на зерно, що привело до збільшення їх врожайності на 15,1 та 10,2% відповідно

порівняно із оранкою та роторним обробітком ґрунту;

– терасування 5° схилів чорнозему зменшило на 0,12 г/см<sup>3</sup> щільність складення і збільшило на 2,0-2,9% загальну пористість;

– застосування смугового землеробства, із чергуванням 2-3 м смуг із багаторічних трав із 5 м смугами зернових і зерно-бобових культур, збільшило врожайність сої, проса і картоплі на 100; 17 і 45 % відповідно;

– включення покривної культури – буркун лікарський у сівозміну з ярою пшеницею збільшило на 7,5 % запаси органічного вуглецю та секвестрували на 43 тонни CO<sub>2</sub>/га з атмосфери більше за сівозміну, що складалася із ярої пшениці та сої;

– 5-річне застосування мульчі із соломи на фоні no-till на чорноземоподібних ґрунтах провінції Шансі збільшило вміст гумусу до 3,05 г/кг і врожай пшениці ярої – із 2900 до 3750-5250 кг/га відповідно;

– впровадження «Інтегрованої системи удобрення» у 4548 фермерських господарствах збільшило врожай зернових на 1,7 т/га, зменшило використання азотних добрив на 50 кг/га, збільшило ефективність використання азоту із 35 кг/кг до 42 кг/кг, ефективність використання фосфору збільшилася до 86%.

Найбільш ефективно ведення екологічно-збалансованого сільського господарства на рівні фермерських господарств було виявлене за умов їх державної фінансової підтримки та партнерської кооперації з науковими установами і представниками місцевої державної адміністрації.

### Список використаних джерел:

1. USDA. Northeast China: Prospects for U.S. Agricultural Exports / Hui Jiang // International Agricultural Trade Reports, 2014. Retrieved from: <https://www.fas.usda.gov/data/northeast-china-prospects-us-agricultural-exports>.
2. Zhang S., Xu Z. Cropping system reform and its impact on the development of agricultural technology. *Crops*. 2009. №1. P. 1–3.
3. The Transition to socialism in China / N.Y. Armonk, M.E. Sharpe; Mark Selden and Victor Lippit, editors. London: Croom Helm, 1982. 326 pp.
4. Nolan P. The Political Economy of Collective Farms. An Analysis o. Rural Reforms, Cambridge: Polity Press, 1988. 259 pp.
5. On the politics of rural transformation: Cooperative and collective formation in China's countryside / Mark Selden; Mark Selden and Victor Lippit, editors. *The Transition to socialism in China*. London: Croom Helm, 1982. P. 32–97.
6. Lin J. Collectivization and China's agricultural crisis in 1959–1961. *Journal of Political Economy*. 1990. № 98(6). P.1228–1252.
7. Perkins D. Agricultural Development in China, 1368–1968. Aldine Publishing Company, Chicago, 1969. 426 pp.
8. The creation and spread of technology and total factor productivity in China's agriculture / Songqing Jin, Jikun Huang, Ruifa Hu, Scott Rozelle. *American Journal of Agricultural Economics*. 2002. № 84 (4). P. 916–930.
9. Tang T., Blecher M., Meisner M. The Responsibility System in Agriculture. *Modern China*. 1982. №8(1). P.41-103.
10. Кваша В. М. Особливості системи титулів на користування землею в КНР. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Серія: Право. 2015. Вип. 34(2). С.45-48.
11. Recent food consumption trends in China and trade implications to 2020 / L.J. Cao, W.M. Tian, Wang Jimin, Bill Malcolm, Hong-Bo Liu, Zhangyue Zhou. *Australasian Agribusiness Review*. 2014. №21. P.15-44.

12. Huang J., Rozelle S. Agricultural Development, Nutrition, and the Policies Behind China's Success. *Asian Journal of Agriculture and Development*. 2009. №7(1). P.93-126.
13. Grain production versus resource and environmental costs: Towards increasing sustainability of nutrient use in China / X. Jiao, Y. Lyu, X. Wu, H. Li, L. Cheng, C. Zhang, L. Yuan, R. Jiang, B. Jiang, Z. Rengel, F. Zhang, W. Davies, J. Shen. *Journal of Experimental Botany*. 2016. №67. P.4935-4949.
14. Subsidies and distortions in China's agriculture: Evidence from producer level data / J. Huang, X. Wang, H. Zhi, Z. Huang, S. Rozelle // *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 2011. №55. P.53-71.
15. Huang J., Wang X., Rozelle S. The subsidization of farming households in China's agriculture. *Food Policy*. 2013. № 41. P. 124-132.
16. Jiao X. The transformation of agriculture in China: Looking back and looking forward / Xiao qiang JIAO, Mongol Nyamdavaa, Fu-suo ZHANG. *Journal of Integrative Agriculture*. 2018. №17(4). P.755-764.
17. MLR. Ministry of Land and Resources. National Land Use Masterplan (2006–2020). Ministry of Land and Resources, Beijing, 2008 [国土资源部, 2008年.全国土地利用总体规划纲要 (2006–2020年): Офіційний сайт уряду Китаю. Retrieved from: [http://www.gov.cn/zxft/ft149/content\\_1144625.htm](http://www.gov.cn/zxft/ft149/content_1144625.htm).
18. MA (Ministry of Agriculture). Opinion of the Ministry of Agriculture on Greatly Developing Conservation Agriculture. Ministry of Agriculture, Beijing, 2007 [农业部, 2007年. 农业部关于大力发展保护性耕作的意见]: Офіційний сайт уряду Китаю. Retrieved from: [http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/fwxx/sh/2007-04/13/content\\_581333.htm](http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/fwxx/sh/2007-04/13/content_581333.htm).
19. Improving China's food and Environmental security with conservation agriculture / H. Li, J. He, Z. Bharucha, R. Lal & J. Pretty. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2016. №14. P.337-391.
20. Hu J. Report at the Eighteenth Congress of the Communist Party of China (8th November 2012). People.cn, 2012 [胡锦涛.2012年11月8日. 胡锦涛在中国共产党第十八次全国代表大会上的报告]: Офіційний сайт КПК Китаю. Retrieved from: <http://cpc.people.com.cn/n/2012/1118/c64094-19612151.html>.
21. CCP and SC [Chinese Communist Party and State Council]. Opinions on Hastening Construction of Ecological Civilization. Xinhua News Agency, Beijing, 2015 [中共中央、国务院, 2015年.]: Офіційний сайт Верховної ради Китаю. Retrieved from: [http://www.gov.cn/xinwen/2015-05/05/content\\_2857363.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2015-05/05/content_2857363.htm).
22. MA (Ministry of Agriculture). National Plan for Sustainable Development of Agriculture (2015–2030). Ministry of Agriculture, Beijing, 2015 [农业部, 2015年. 全国农业可持续发展规划 (2015–2030年).北京.]. Офіційний сайт уряду Китаю. [http://www.gov.cn/xinwen/2015-05/28/content\\_2869902.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2015-05/28/content_2869902.htm).
23. MEP (Ministry of Environmental Protection). China Environment Report 2014. Ministry of Environmental Protection, Beijing, 2015 [环境保护部, 2015年. 中国环境状况 公报2014年]: Офіційний сайт Міністерства екології та довкілля Китаю. Retrieved from: <http://www.mee.gov.cn/hjzl/zghjzkgb/lzghjzkgb/201605/P020160526564730573906.pdf>.
24. MAa (Ministry of Agriculture). National Ecological Agriculture Demonstration County Management Method. Ministry of Agriculture, Beijing, 2000 [农业部, 2000年. 全国生态农业示范县建设管理办法].
25. MAb (Ministry of Agriculture). Report on the National Arable Land Quality Grade Situation. Ministry of Agriculture, Beijing, 2014 [农业部, 2014年. 全国耕地质量等级 情况公报]: Офіційний сайт Міністерства сільськогосподарства Китаю. Retrieved from: [http://jjuban.moa.gov.cn/zwl/m/zwdt/201412/t20141217\\_4298677.htm](http://jjuban.moa.gov.cn/zwl/m/zwdt/201412/t20141217_4298677.htm).
26. MWR (Ministry of Water Resources, People's Republic of China). Soil and Water Conservation in China. *China Water Resources & Hydropower Press*. Beijing, 2016. 12 pp. Retrieved from: <http://www.tnmc-is.org/wp-content/uploads/2016/07/6.SOIL%20AND%20WATER%20CONSERVATION%20IN%20CHINA.pdf>
27. Lal R. A system approach to conservation agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2015. № 70(4). P.82A-88A.
28. Integrated soil-crop system management: reducing environmental risk while increasing crop productivity and improving nutrient use efficiency in China / F. Zhang, Z. Cui, M. Fan, W. Zhang, X. Chen, R. Jiang. *Journal of Environmental Quality*. 2011. № 40. P.1051-1057.
29. Shen C., Ren J. Basin tillage research. *Scientific and Technical Information of Soil and Water Conservation*. 1995. № 2. P. 62-64 (in Chinese).
30. Yang A.M., Shen C., Liu F. Soil and water conservation benefit of basin tillage in sloping farmland. *Science of Soil and Water Conservation*. 1994. № 8 (3). P. 52-58 (in Chinese).
31. Soil erosion control practices in Northeast China: A mini-review / Xiaobing Liu, Shaoliang Zhang, Xingyi Zhang, Guangwei Ding, R.M. Cruse. *Soil & Tillage Research*. 2011. № 117. P. 44-48.
32. Soil loss, crop growth, and economic margins under different management systems on a sloping field in the Black soil area of Northeast China / S.L. Zhang, X.Y. Zhang, T. Huffman, X.B. Liu, J.Y. Yang. *Journal of Sustainable Agriculture*. 2011. № 35(3). P.293-311.
33. The drainage of rat tunnel tillage / F. Liu, D. Zhao, F. Hong, H. Jia. *Soils*. 1989. №21(1). P. 35-37 (in Chinese).
34. Xu Y. and Wang X. Application of rat tunnel tillage on the control of lower wet land. *Journal of Agricultural Mechanization Research*. 1996. № 2. P. 63-65 (in Chinese).
35. Soil loss, crop growth, and economic margins under different management systems on a sloping field in the Black soil area of Northeast China / S.L. Zhang, X.Y. Zhang, T. Huffman, X. Liu, J. Yang. *Journal of Sustainable Agriculture*. 2011. № 5(3). P.293-311.
36. Zhang S.L. Processes of runoff/soil loss and efficacy evaluation as affected by water and soil conservation in Chinese Mollisols. PhD Dissertation, Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing, China. 2010. 165 pp. (in Chinese).
37. Black soil degradation by rainfall erosion in Jilin China / M. Yang, X. Zhang, W. Deng, H. Fang. *Land Degradation & Development*. 2003. №14. P.409-420.

38. Liu J., Zhang C.S. Study on the measures to increase crop yield under terrace. *Heilongjiang Science and Technology of Water Conservation*. 2007. №35(5). P.16 (in Chinese).
39. Liu X., Yan B. Soil erosion and food security in Northeast China. *Chinese Journal of Soil and Water Conservation*. 2009. № 1. P.17-19 (in Chinese).
40. A review of soil and water conservation in China / X. Zhang, M. Shao, S. Li, K. Peng. *Journal of Geographical Science*. 2004. №14(3). P.259-274.
41. The rediscovery of intercropping in China: a traditional cropping system for future Chinese agriculture – a review / Heike Knörzner, Simone Graeff-Hönninger, Buqing Guo, Pu Wang, Wilhelm Claupein; In: Lichtfouse E (ed) Climate change, intercropping, pest control and beneficial microorganisms. Springer, Netherlands, 2009. P.13-44.
42. Li Y. A discussion on terrace construction in hilly area of Heilongjiang Province. *Mountain Research*.1983. №1(4). P.86-91 (in Chinese).
43. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients / L. Li, J. Sun, F. Zhang, X. Li, S. Yang, Z. Rengel. *Field Crops Res*. 2001. №71. P.123-137.
44. Soil nematode communities in jujube (*Ziziphus jujuba Mill.*) rhizosphere soil under monoculture and jujube/wheat (*Triticum aestivum Linn.*) intercropping systems a case study in Xinjiang arid region, northwest of China / Y. Liu, X. Li, Q. Liu. *European Journal Soil Biology*. 2016. №74. P.52-59.
45. Xu B., Li F., Shan L. Switchgrass and milkvetch intercropping under 2:1 row-replacement in semiarid region, northwest China: Aboveground biomass and water use efficiency. *European Journal Agronomy*. 2008. №28. P.485-492.
46. Sustainable and productive agricultural development in China / D. Wen, Y. Tang, X. Zheng, Y. He. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1992. №39. P.55-70.
47. How to overcome the slow death of intercropping in the North China Plain / T. Feike, R. Doluschitz, Q. Chen, S. Graeff-Honninger, W. Claupein. *Sustainability*. 2012. №4. P.2550-2565.
48. Relay strip intercropping of oat with maize, sunflower and mung bean in semi-arid regions of Northeast China: Yield advantages and economic benefits / Xin Qian, Huadong Zang, Heshui Xu, Yuegao Hu, Changzhong Ren, Laichun Guo, Chunlong Wang, Zhaohai Zeng. *Field Crops Research*. 2018. №223. P.33-40.
49. Liu W., He X. Current Situation and Countermeasure of Modern Agriculture Development in Northeast China. *Open Access Library Journal*. 2018. №5(e4922). P.1-12. Retrieved from: <https://doi.org/10.4236/oalib.1104922>.
50. Climate effects on crop yields in the Northeast Farming Region of China during 1961 – 2010 / X.G. Yin, J. E. Olesen, M. Wang, I. Öztürk, F. Chen. *Journal of Agricultural Science*. 2016. № 154. P.1190-1208.
51. Wheat and maize relay-planting with straw covering increases water use efficiency up to 46% / W. Yin, A. Yu, Q. Chai, F. Hu, F. Feng, Y. Gan. *Agronomy for Sustainable Development*. 2015. № 35. P.815-825.
52. Dynamics of soil organic carbon under different agricultural management system in the black soil of China / X. Liu, X. Han, S. Herbert, B. Xing. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2003. №34. P.973-984.
53. Using 137 Cs tracer technique to evaluate soil erosion and deposition of a black soil in northeast China / H. Fang, X. Yang, X. Zhang, A. Liang. *Journal of Applied Ecology*. 2005. № 16. P.464-468 (In Chinese).
54. Long-term continuous cropping of soybean is comparable to crop rotation in mediating microbial abundance, diversity and community composition / Zhuxiu Liu, Junjie Liu, Zhenhua Yu [et al.]. *Soil and Tillage Research*. 2020. V.197. (in press).
55. Effects of plastic-film mulching on forage maize in an agro-pastoral ecotone in North China / X. Du, Y. Hu, W. Zhang [et al.]. *Proceedings paper. Principles and Practices of Desertification Control*. 2007. V.1. P.297-305.
56. Carbon dioxide fluxes and concentrations in a cotton field in Northwestern China: Effects of plastic mulching and drip irrigation / Z. Li, R. Zhang, X. Wang, J. Wang, C. Zhang & C. Tian. *Pedosphere*. 2011. №21(2). P. 178-185.
57. Komarek A., Li L., Bellotti W. Whole-farm economic and risk effects of conservation agriculture in a crop-livestock system in western China. *Agri-Cultural Systems*. 2015. №137. P.220-226.
58. Effects of no-till straw mulch on wheat yields and soil environment in semi-humid dry area / F. Xu, Y. Liang, S. Kang, B. Davies, L. Shan & H. Cai. *Water-Saving Agriculture and Sustainable Use of Water and Land Resources, Proceedings*. 2004.V.1,2. P.282-287.
59. Nitrogen and phosphorus use efficiencies and losses in the food chain in China at regional scales in 1980 and 2005 / L. Ma, G. Velthof, F. Wang [et al.]. *Science Total Environmental*. 2012. №434. P.51-61.
60. FAO. 2010. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (accessed 1 June 2011).
61. FAO. 2019. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RFN/visualize> (accessed 24 November 2019).
62. Zhu Z., Chen D. Nitrogen fertilizer use in China: Contributions to food production, impacts on the environment and best management strategies. *Nutrient Cycling Agroecosystem*. 2002. № 63. P.117-127.
63. Integrated nutrient management for improving crop yields and nutrient utilization efficiencies in China / M. Fan, Z. Cui, X. Chen, R. Jiang, F. Zhang. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2008. № 63. P.126A-128A.
64. Optimizing soil nitrogen supply in the root zone to improve maize management / X. Chen, F. Zhang, Z. Cui, F. Li, J. Li. *Soil Science Society of America Journal*. 2010. №74. P.1367-1373.
65. Evaluation on the reform effectiveness of fertilizer industry policy in China / W.F. Zhang, L. Gao, J. Ma, W.Q. Ma, X.C. Xu, F.S. Zhang. *Phosphate & Compound Fertilizer*. 2007. № 22(1). P.5-9 (in Chinese).
66. Integrated soil-crop system management: Reducing environmental risk while increasing crop productivity and improving nutrient use efficiency in China / F. Zhang, Z. Cui, M. Fan, W. Zhang, X. Chen, R. Jiang. *Journal of Environmental Quality*. 2011. № 40. P.1051-1057.
67. Wang Y. The implementation effect and the optimization strategy of soil testing programs and fertilizer recommendations in the main crops of China / College of Resources and Environmental Sciences; China Agricultural University. Beijing. 2011.

68. China's response to a national land-system sustainability emergency / B. Bryan, L. Gao, Y. Ye [et al.]. Nature. 2018. № 559. P.193-204.
69. NBSa (National Bureau of Statistics of China). Resident Population and Output of Grain Crops. 2019. Retrieved from: <http://data.stats.gov.cn/english/easyquery.htm?cn=E0103>.
70. NBSb (National Bureau of Statistics of China). Volume of Effective Component of Nitrogenous, Phosphate and Potash Fertilizers. 2019. Retrieved from: <http://data.stats.gov.cn/english/easyquery.htm?cn=E0103>.

**Ю. Кравченко. Внедрение научных основ почвозащитного земледелия и аграрной политики в воспроизводство плодородия черноземов Северо-Восточного Китая**

*Рассмотрена история становления почвозащитного земледелия в Китае. Освещена аграрная политика правительства Китая по сохранению плодородия черноземов. Исследованы изменения свойств черноземов Китая при: почвозащитной и контурной обработке, щелевании и бороздовании, террасировании, полосном размещении культур, смешанных и промежуточных посевах, севооборотах, мульчировании, удобрении и т.д. Установлена определяющая роль черноземов при производстве сои, риса японского и кукурузы на зерно в Китае.*

**Ключевые слова:** чернозем, почвозащитные технологии, плодородие, аграрная политика.

**Y. Kravchenko. Implementation of scientific approaches in a soil conservation agriculture and an agrarian policy for north-eastern Chinese chernozems fertility reproduction**

*The history of a Chinese conservation agriculture formation was observed. There also was highlighted an agrarian policy of the Chinese government to conserve the chernozem's fertility. Chinese chernozems properties changes under: conservation and contour tillage, slitting and furrowing, terracing, interrow/mixed and after harvesting cropping, crop rotations, mulching, fertilizing are studied. The crucial role of Chinese chernozems in the production of soybean, Japanese rice and corn for grain in China are established in the article.*

**Keywords:** chernozem, soil conservation technologies, fertility, agrarian policy.