

УДК 631.434.6/417.2/431.1

© 2015

*Ю.С. Кравченко,**Є.М. Березняк,**кандидати
сільсько-
господарських
наук**Г.М. Матвіїв**Національний
університет біоресурсів
і природокористування
України**С. Джан**Ю. Чен**Т. Сунь**Північно-Східний інститут
географії та агроекології
Китайської академії наук*

АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ТА ІЗОГУМУСОЛЮ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЇХ ОБРОБІТКУ

Мета. Показати зміни вмісту гумусу, агрофізичних властивостей чорнозему типового та ізогумусолю помірного поясу лісостепової зони за різних технологій їх використання в підзонах широколистяного Лісостепу (Україна) та Прерій (Китай). **Методи.** Польові: керновий, гніздової проби; лабораторні: гравіметричний, ситовий, оксидиметричний; статистичний – дисперсійний аналіз. **Результати.** Установлено зміни параметрів гумусу, щільності складання, структурно-агрегатного стану чорноземів за різних технологій обробітку ґрунту. **Висновки.** Досліджувані чорноземи характеризуються оптимальними і близькими до оптимальних агрофізичними властивостями для вирощування кукурудзи на зерно. Застосування по-till на ізогумусолі та м'якого плоскорізного обробітку на чорноземі типовому сприяло формуванню менш ущільненого, більш гумусованого шару 0–20 см, збільшенню вмісту агрономічно цінних повітряносухих і водостійких агрегатів. За оранки відбулося краце гумусонакопичення в шарі 10–20 см чорнозему типового, сформувався менш ущільнений шар 0–10 см ізогумусолю утворилося більше мікроагрегатів <0,25 мм за сухого та мокрого просіювання.

Ключові слова: чорнозем, обробіток ґрунту, гумус, щільність складання, агрегати.

Чорнозем є національним багатством України [5]. Чорноземи і чорноземоподібні ґрунти трапляються також на рівнинах Північної Америки і півдня Канади, Пампасах Південної Америки, степах Передкавказзя і Забайкалля, у Північно-Східному Китаї [26]. Загальна площа китайських чорноземів — 1,24×106 км², 54,5% з яких розміщені в провінції Хейлунцзян [25].

Усі чорноземи світу характеризуються гарною оструктуреністю, мають глибину генетичних горизонтів 18–25 см для поверхневого, 10–25 см — верхнього перехідного і >75 см — для нижнього перехідного до породи горизонтів, містять не менше 1% гумусу, ступінь насиченості ґрунтів основами перевищує 50% по всьому профілю [24, 30].

Особливості будови і властивості чорноземів зумовлені регіональним педогенезисом і локальними процесами ґрунтоутворення. Відмінності між чорноземами, сформованими в різних природно-географічних умовах, досить добре відображаються у фізичних властивостях.

Фізичний стан ґрунту і вміст гумусу в зоні розміщення основної маси кореневої системи рослин в агроценозах значною мірою залежать від способів обробітку ґрунту [23, 32, 34]. Традиційні способи обробітку з надмірним розпушенням верхнього шару ґрунту спричиняють посилену мінералізацію органічної речовини ґрунту, погіршення якісних показників гумусу, зменшення кількості макроагрегатів [29], виникнення деградаційних

явищ у ґрунтах [17, 27, 31]. Зі зменшенням глибини оброблюваного шару ґрунту за безплужного (плоскорізного) обробітку збільшується вміст водотривких агрегатів [14, 18] та їх оклюдованість гумусними речовинами [20], підтримується оптимальне співвідношення між щільністю і пористістю подібно до цілинних ґрунтів [14, 22, 33], збільшується водопроникність [35]. Однак застосування мінімального обробітку на слабоструктурних ґрунтах легкого гранулометричного складу несе ризики щодо підвищення щільності складання, зменшення пористості і водопроникності через формування плужної підшви в верхній частині орного горизонту.

З урахуванням актуальності вивчення фізичних параметрів ґрунтів та їх ролі в теоретичному обґрунтуванні систем обробітку ґрунту нами було закладено стаціонарні польові досліді і виконано лабораторні аналізи з визначення агрофізичних показників чорноземів України і Китаю.

Мета досліджень. Установити зміни вмісту гумусу, агрофізичних властивостей чорнозему типового та ізогумусолю помірного поясу лісостепової зони за різних технологій їх використання в підзонах широколистяного Лісостепу (Україна) та Прерій (Китай). Було вибрано чорнозем типовий Правобережного Лісостепу України та китайський «чорний ґрунт», який за класифікацією відповідає порядку — ізогумусоль (isohumusol), підпорядку — удік ізогумусоль (udic isohumusol), групі — гаплі удік ізогумусоль (hapli-udic isohumusol) відповідно до таксономічної класифікації ґрунтів (ST) [19] або великій групі — «чорні ґрунти» — за генетичною класифікацією ґрунтів Китаю (GSCC) [21]. Міжнародними аналогами китайських чорних ґрунтів є феоземи (haplic-luvic Phaeozems; WRB, FAO) [6], моллісоли (udoll Mollisols; CSHA) [22], бруносолі (Brunosols, Аргентина) [16], черносоли (Chernossols Argilúvicos, Бразилія) [12], черноземи вилугувані (Україна, Росія). Досліджуваний китайський ґрунт характеризується перехідним ustic — udic режимом зволоження [28]. У статті слова: ізогумусоль, чорний ґрунт і чорнозем використовуються як синоніми.

Матеріали і методи досліджень. Експериментальні дослідження в Україні проводили в умовах ВП НУБіП України «НДГ Великоснітинське» Фахівського району Київської області впродовж 2010–2013 рр. на чорноземі типовому в стаціонарному досліді

кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. М.К. Шикучи. Сільськогосподарською культурою у рік дослідження була кукурудза на зерно. Короткоротаційна сівозміна мала таке чергування культур: соя — пшениця озима — кукурудза на зерно — ячмінь ярий. У сівозміні вивчали 3 варіанти основного обробітку ґрунту: традиційний (СТ), що базувався на полицевій оранці на глибину 25–27 см; ґрунтозахисний (DT) — на різноглибинному безполицевому (плоскорізному) обробітку на 25–27 см; ґрунтозахисний (RT) — на мілкому безполицевому (плоскорізному) обробітку на 10–12 см. Норма внесення добрив на 1 га сівозмінної площі — гній, 12 т/га + $N_{50}P_{45}K_{45}$.

Польові дослідження чорноземів Китаю виконували у 2010–2011 рр. в умовах науково-моніторингової станції «Хайлунь» ($47^{\circ}26'N, 126^{\circ}38'E$) у провінції Хейлунцзян Північно-Східного інституту географії та агроєкології Китайської національної академії наук. Сільськогосподарською культурою у рік дослідження була кукурудза на зерно. Сівозміна складалася з 2-х культур: сої та кукурудзи на зерно. У досліді вивчали 3 системи обробітку ґрунту: no-till (NT), безполицевий (плоскорізний) обробіток на 25–27 см (RT) та традиційну оранку на глибину 27–30 см (СТ) із формуванням гребенів висотою 25 см. Мінеральні добрива вносили на глибину 10 см під час посіву кукурудзи в нормі $N_{69}P_{51,75}K_{15}$ + підживлення N_{69} в червні у фазі 3-х справжніх листків.

Зразки ґрунту для проведення досліджень відбирали за чинним стандартом ДСТУ 4287:2004 [10]. Щільність складання ґрунту визначали за ДСТУ ISO 11272–2001 [9]; вміст вологи — ДСТУ ISO 11465–2001 [8], загальний вміст гумусу — за ДСТУ 4289:2004 [11], розділення середнього зразка ґрунту в сухому стані на фракції макроагрегатів — за ДСТУ 4744:2007 [7], розділення середнього зразка у воді на фракції водостійких макроагрегатів — на приладі І.М.Бакшевса [1] для чорнозему типового (ЧТ) і на приладі DIK-2001, Daiki Rika Kogyo Co. Ltd., Japan для ізогумусолю (ІГ) [13]. За результатами просіювання ґрунту в сухому стані розраховували коефіцієнт структурності ґрунту $K_{стр}$ за формулою:
$$K_{стр} = \frac{A}{B},$$

де A — вміст макроагрегатів розміром 0,25–10,00 мм, %; B — сума вмісту макроагрегатів ґрунту діаметром більших за

1. Параметри властивостей чорнозему типового та ізогумусолу на час закладання польового досліду

Глибина, см	Гумус, %	рН _{H2O}	Щільність складання, г/см ³	ПВ, %	Вологість в'янення, %	Розмір фракцій, мм та їх уміст (%)			
						пісок	пил	мул	
<i>Чорнозем типовий</i>						(1–0,25)	(0,25–0,05)	(0,05–0,001)	(<0,001)
0–25	3,6	6,7	1,29	45,5	10,40	0,48	10,9	57,2	31,42
25–45	3,4	6,7	1,33	22,3	10,28	–	–	–	–
45–65	3,1	6,9	1,34	23,9	10,28	–	–	–	–
<i>Ізогумусоль</i>						(2–0,25)	(0,25–0,02)	(0,02–0,002)	(<0,001)
0–20	4,5	6,6	1,27	48,3	17,0	1,15	35,99	25,83	37,03
20–50	4,4	6,7	1,19	44,2	17,1	1,73	25,77	26,47	46,03
50–70	3,4	6,6	1,21	43,6	16,9	1,40	27,85	26,04	44,71

10,0 мм та агрегатів менших за 0,25 мм, %. Достовірність результатів визначали за допомогою дисперсійного аналізу. Основні параметри українського і китайського чорноземів наведено в табл. 1.

Результати досліджень. Щільність складання досліджуваних ґрунтів була оптимальною для вирощування кукурудзи на зерно [4] і залежала від глибини шару ґрунту та технологій обробітку (рис.1). Найменші значення щільності зафіксовано за RT (1,28 г/см³) у ЧТ та СТ (1,16 г/см³) в ІГ у шарі 0–10 см та за RT (1,31 г/см³) у ЧТ і NT (1,21 г/см³) в ІГ у шарі 10–20 см (рис. 1а, б).

Обидва досліджуваних чорноземи мають гумусо-аккумулятивний тип профілю з поступовим зменшенням умісту органічної речовини ґрунту до породи (табл. 1). Перерозподіл

умісту гумусу в ІГ істотно не змінився за СТ та RT і зменшився на 0,53% у нижньому горизонті 10–20 см за NT (рис. 2). У ЧТ з глибиною вміст органічної речовини ґрунту знижувався на 0,21, 0,51 і 0,77% за СТ, DT і RT відповідно. Найкраще гумусонакопичення в шарі 0–20 см спостерігалось за плоскокорозного обробітку ґрунту і no-till.

Аналіз структурного стану показав добру оструктуреність [3] чорнозему типового за всіх технологій обробітку ґрунту (табл. 2). Подібна закономірність спостерігалася в китайському чорному ґрунті, за винятком шару 10–20 см у варіанті з оранкою, де К_{стр} становив 0,9, що відповідає задовільним параметрам. ІГ порівняно з ЧТ характеризувався більшим умістом брилих >10, макроагрегатів — 5–10 мм і меншим — <0,25 мм пилюватих мікроагрегатів. За класифікацією С.І. Долгова та П.У. Бахтіна [2],

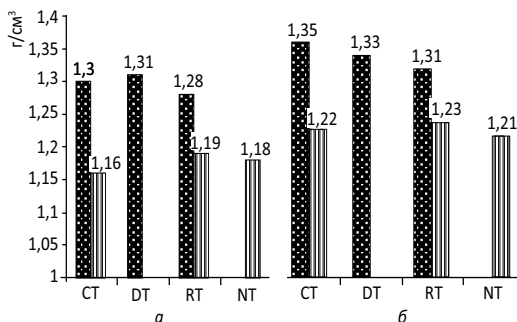


Рис. 1. Щільність складання чорнозему типового та ізогумусолу в шарах 0–10 см (а) і 10–20 см (б) за різних технологій їх обробітку, НІР₀₅=0,04: ■ — чорнозем типовий (Україна); □ — чорнозем (Китай) (для рис. 1, 2)

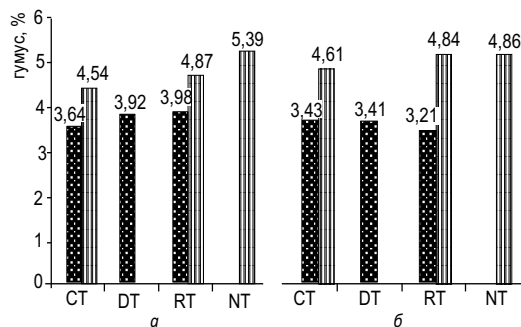


Рис. 2. Уміст гумусу чорнозему типового та ізогумусолу в шарах 0–10 см (а) і 10–20 см (б) за різних технологій їх обробітку, НІР₀₅=0,35

2. Структурно-агрегатний стан чорнозему типового залежно від способів обробітку під кукурудзу на зерно, у % до маси сухого ґрунту

Спосіб обробітку	Шар ґрунту, см	Кількість агрегатів за сухого просіювання, %								K _{стр}
		>10	10–5	5–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25	10–0,25	
<i>Чорнозем типовий</i>										
СТ	0–5	6,9	13,3	25,7	11,6	13,4	10,8	18,3	74,8	3,0
	5–10	22,3	23,3	25,6	8,9	8,0	4,9	7,0	70,7	2,4
	10–20	29,5	20,3	22,2	8,1	7,4	4,6	7,9	62,6	1,7
DT	0–5	8,2	13,5	26,3	14,2	16,3	9,4	12,1	79,7	3,9
	5–10	21,3	30,5	34,3	4,9	4,5	2,5	1,9	76,7	3,3
	10–20	29,9	18,5	25,9	9,7	8,5	3,6	3,8	66,2	2,0
RT	0–5	10,6	12,7	29,5	12,8	12,9	9,2	12,4	77,1	3,4
	5–10	17,9	15,4	8,2	20,0	9,2	10,8	11,9	63,6	4,3
	10–20	22,0	26,6	29,7	8,2	7,6	1,8	4,2	73,9	2,8
HIP ₀₅	0–20	5,9	3,8	3,1	2,6	2,4	1,6	2,3	4,3	0,5
<i>Ізогумусоль</i>										
СТ	0–5	20,3	31,3	26,1	5,8	6,7	4,6	5,2	74,5	2,9
	5–10	33,3	26,5	23,1	4,0	3,6	2,8	6,7	60,0	1,5
	10–20	41,9	20,8	21,0	3,1	3,4	3,0	6,8	51,3	1,1
DT	0–5	13,5	29,7	30,5	7,9	8,2	5,8	4,4	82,1	4,6
	5–10	28,8	29,8	26,0	5,8	4,7	2,2	2,7	68,5	2,2
	10–20	32,3	27,0	25,8	5,8	4,1	2,8	2,2	65,5	1,9
NT	0–5	10,9	27,4	35,4	11,5	7,9	3,5	3,5	85,7	5,9
	5–10	26,8	24,9	28,6	8,8	5,3	3,3	2,3	70,9	2,4
	10–20	29,2	24,8	27,1	8,1	5,9	3,0	1,8	68,9	2,2
HIP ₀₅	0–20	4,1	2,9	2,8	1,7	1,1	1,4	2,3	4,7	0,4

уміст агрономічно цінних агрегатів розміром 0,25–10 мм у ЧТ оцінюється як добрий; відмінний — за DT та NT — у шарі 0–5 см, задовільний — за СТ у шарі 10–20 см

і добрий — за всіх інших варіантів обробітку та глибини — в ІГ (табл. 2).

Структурний склад ґрунтів за вмістом водостійких агрегатів >0,25 мм характеризувався як добрий, становив 54,84–66,78% і був найвищим за RT у ЧТ і NT — в ІГ. Найбільше водостійких агрегатів накопичувалося у фракціях: 0,5–10 мм — за NT, <0,5 мм за СТ — в ІГ; 0,5–10 мм за DT, 1–5 мм та <0,5 мм за СТ, 0,5–1,0 мм за RT — у ЧТ (рис. 3). Сумарний вміст усіх дрібних фракцій <0,25 мм був найбільшим за СТ: 37,84% — у ЧТ і 45,16% — в ІГ. Вміст агрегатів 5–10, 2–5 і 1–2 мм фракцій не мав статистично істотної різниці в чорноземі типовому і збільшувався від великих до дрібних фракцій в ізогумусолі. Співвідношення фракцій вмісту агрегатів розміром 0,25–10 мм до найменшої фракції <0,25 мм становило 1,21, 1,66 — за СТ, NT в ІГ та 1,64, 1,87, 2,01 — за СТ, DT і RT у ЧТ відповідно.

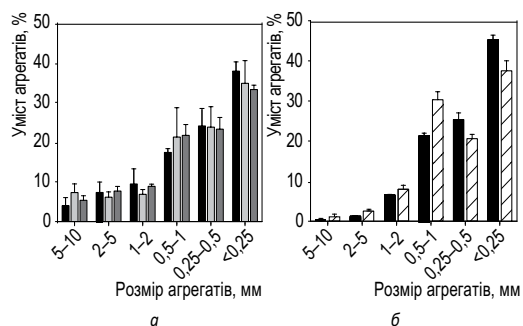


Рис. 3. Перерозподіл водотривких агрегатів за фракціями в шарі 0–10 см: а — чорнозем типовий, б — ізогумусоль; ■ — СТ; □ — DT; ▒ — RT; ▨ — NT

Висновки

Досліджувані чорноземи мають оптимальні і близькі до оптимальних агрофізичні властивості для вирощування кукурудзи на зерно. Ізогумусоль порівняно з чорноземом типовим характеризується меншою щільністю складання, більшим умістом гумусу, повітряносухих агрегатів >5 мм, водостійких мікроагрегатів <0,25 мм. Технології обробітку ґрунту змінювали параметри щільності, гумусу, структурно-агрегатного стану ґрунтів. Безплужні технології обробітку ґрунту та no-till сприяли кращому гумусонакопиченню верхнього шару

0–10 см та утворенню більшої кількості агрономічно цінних (за сухого та мокрого просіювання) агрегатів розміром 10–0,25 мм. Найкращі параметри агрофізичних властивостей забезпечував мілкий плоскорізний обробіток на ЧТ і no-till на ІГ. Застосування оранки на ЧТ позитивно вплинуло на утворення гумусу у шарі 10–20 см (3,43% за СТ проти 3,41 і 3,21% за DT та RT), зменшення брилистості повітряносухих агрегатів >10 мм (6,9% за СТ проти 8,2 і 10,6% за DT та RT) у шарі 0–5 см. СТ в ІГ не мав жодних переваг перед RT і NT.

Бібліографія

1. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв/А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. — М.: Агропромиздат, 1986. — 416 с.
2. Долгов С.И. Агрофизические методы исследования почв/С.И. Долгов. — М.: Наука, 1966. — 259 с.
3. Медведев В.В. Структура почвы: методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана/В.В. Медведев. — Х.: «13 типография», 2008. — 406 с.
4. Медведев В.В. Плотность сложения почв. Генетический, экологический и агрономический аспекты/В.В. Медведев, Т.Е. Лындина, Т.Н. Лактионова. — Х.: «13 типография», 2004. — 243 с.
5. Позняк С. Чорнозем — національне багатство України/С. Позняк//Вісн. НТШ/Світова рада Наукових товариств імені Тараса Шевченка. — Львів, 2011. — № 45. — С. 49–51.
6. Польшина С.М. Основні типи ґрунтів у системі WRB: навч. посіб. Ч. 2/С.М. Польшина. — Чернівці: Рута, 2007. — 132 с.
7. Якість ґрунту. Визначання структурно-агрегатного складу ситовим методом у модифікації Н.І. Саввінова: ДСТУ 4744:2007. — [Чинний від 2008-01-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 15 с. — (Нац. стандарт України).
8. Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод: ДСТУ ISO 11465–2001. — [Чинний від 2003-01-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2001. — 10 с. — (Нац. стандарти України).
9. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу: ДСТУ ISO 11272–2001 — ДСТУ ISO 11272–2001. — [Чинний від 2003-07-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2001. — 15 с. — (Нац. стандарти України).
10. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. — ДСТУ 4287:2004. — [Чинний від 2005-07-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 10 с. — (Нац. стандарти України).
11. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. — [Чинний від 2004-05-30]. — К.: Держспоживстандарт України, 2005. — 16 с. — (Нац. стандарт України).
12. A Handbook of Soil Terminology, Correlation and Classification; edited by P. Krasilnikov, Juan-José I. Martí, R. Arnold, S. Shoba. — 1 st ed. — Earthscan, 2009. — 448 p.
13. A novel soil wetting technique for measuring wet stable aggregates/T. Sun, Q. Chen, Y. Chen et al.//Soil and Tillage Research. — 2014. — V. 141. — P. 19–24.
14. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils/J. Six, E. Elliott, K. Paustian et al.//Soil Sci. Soc. Am. J. — 1998. — V. 62. — P. 1367–1377.
15. Changes in soil profile properties as affected by 44 years of continuous no-tillage/S. Mestelan et al.//Proc. 17th ISTRO Conf., 28 August — 3 September. — Kiel, Germany, 2006. — P. 1135–1140.
16. Duran A. An overview of South American Mollisols: soil formation, classification, suitability and environmental challenges/A. Duran//New advances in research and management of world Mollisols. — Northeast Forestry University Press, Harbin, 2010. — C. 31–45.
17. Gilley J. Tillage effects on soil erosion potential and soil quality of a former Conservation Reserve Program site/J. Gilley & J. Doran//Soil and Water Conservation. — 1997. — V. 52. — P. 184–188.
18. Grandy A. Aggregation and Organic Matter Protection Following Tillage of a Previously Uncultivated Soil/A. Grandy and G. Robertson//Soil Sci. Soc. Am. J. — 2006. — V. 70. — P. 1398–1406.
19. Handbook of Soil Sciences: Properties and Processes; edited by P.M. Huang, Y. Li, M.E. Sumner. — 2nd ed. — CRC Press, 2011. — 1442 p.
20. Haynes R.J. Stability of soil aggregates in relation to organic constituents and soil water content/R.J. Haynes and R.S. Swift//J. Soil. Sci. — 1990. — V. 41. — P. 73–83.

21. Hseung Y. General aspects of the soils in China/ Y. Hseung//Soil Research Report № 1. — Nanjing: Institute of Soil Science, 1980. — 10 p.

22. *Illustrated guide to soil taxonomy: Version 1.1./* [Soil Survey Staff]. — Lincoln, Nebraska: USDA–NRCS, 2015. — 552 p.

23. Josa R. Effects of two tillage techniques on soil macroporosity in subhumid environment/R. Josa, M. Ginovart and A. Solé//Agrophysics. — 2010. — V. 24. — P. 139–147.

24. *Keys to soil taxonomy*[Soil Survey Staff] — [8th ed.]. — Washington: USDA–NRCS, 1998. — 326 p.

25. *Mollisols Properties and Changes in Ukraine and China*/Y. Kravchenko, X. Zhang, X. Liu et al.//Chinese Geographical Science. — 2011. — V. 21. — P. 257–266.

26. *Overview of Mollisols in the world: Distribution, land use and management*/X. Liu, C. Burras, Y. Kravchenko [et al.]/Canadian Journal of Soil Science. — 2012. — V. 92(3). — P. 383–402.

27. *Robbins G.R. Phosphorus and potassium stratification in conservation tillage systems*/G.R. Robbins and R.D. Voss//J. Soil & Water Cons. — 1991. — V. 46. — P. 298–300.

28. *Soil Classification: A Global Desk Reference*; edited by H. Eswaran, R. Ahrens, T. J. Rice, B.A. Stewart. — RC Press LLC, 2002. — 280 p.

29. *Soil structure and organic matter: Distribution*

of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon/J. Six, K. Paustian, E. Elliott, C. Combrink//Soil Sci. Soc. Am. J. — 2000. — V. 64. — P. 681–689.

30. *Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*: USDA Agric. Handb. 436/[Soil Survey Staff]. — Washington: DC., 1975. — 871 p.

31. *Sprague M.A. Overview*//M.A. Sprague and G.B. Triplett ed.//No-tillage and surface-tillage agriculture. — Wiley, New York, 1986. — P. 1–18.

32. *Temporal changes of soil physical and hydraulic properties in strawberry fields*/A. Bamberg, W. Cornelis, L. Timm et al.//Soil Use and Management. — 2011. — V. 27. — P. 385–394.

33. *The influence of tillage methods on soil physical properties and water balance for a typical crop rotation in SW Spain*/F. Pelgrin, F. Moreno, J. Martin-Aranda, M. Camps//Soil and Tillage Res. — 1990. — V. 16. — P. 345–358.

34. *Unger P.W. Residue placement effects on decomposition, evaporation and soil moisture distribution*/P.W. Unger and J.J. Parker//Agron. J. — 1968. — V. 60. — P. 469–472.

35. *Yu T.Y. Effects of different soil tillage systems on soil water in the black farmland*/T.Y. Yu, X.Y. Zhang//J. of Southwest University (Natural Science Edition). — 2007. — V. 29. — P.121–124.

Надійшла 16.07.2014.