

Effect of mulching tillage and fertilization on maize growth and development in Ukrainian Steppe

A.I. Tsyliuryk, V.I. Kozechko

Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, Ukraine, Dnipro, S. Efremov St., 25

E-mail: tsilurik_alexander@ukr.net, Tel.: + 38-097-580-85-67

Submitted: 23.05.2017. Accepted: 11.07.2017

We proved the high efficiency of soil mulching cultivating (chisel, planar) and improved fertilizer system ($N_{60}P_{30}K_{30}$ + post-harvest residues) in the technology of corn growing, which is not inferior to the plowing, provides optimal biometric indices of plants and elements of the structure of crop corn crop. We observed only a slight tendency in reducing the morphological characteristics of the canines (diameter, length, and number of grains) for flat-rope loosening (14-16 cm), especially in non-fertilized areas (control), which is explained by the negative influence of growth of bulk mass and hardness soil, reduction of nitric capacity of chernozem, and deterioration of phytosanitary state of crops. Application of mineral fertilizers ($N_{30-60}P_{30}K_{30}$) reduces this insignificant difference and contributes to obtaining practically identical indicators. The maximum grain yield of corn on the unfertilized filed and the introduction of the $N_{30}P_{30}K_{30}$ could be achieved by field plowing and mulching (4.83-5.33 t/ha), when the usage of subsurface plow with the increase of nitrogen ($N_{30-60}P_{30}K_{30}$) also contribute to high yields (5.62 t/ha). The last could be associated with the normalization of the nitrate mobilization when a plurality of plant residues from the predecessor (5-7 t/ha) are introduced into the soil. The minor differences of the corn yield indicate the equivalence of these basic soil cultivation methods.

Key words: corn, mulching cultivation, biometric indices, post-harvest residues, mineral fertilizers, yield.

Ріст і розвиток рослин кукурудзи залежно від мульчувального обробітку ґрунту та удобрення в степу України

О.І. Циліурік, В.І. Козечко

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

вул. Сергія Ефремова, 25, м. Дніпро, Україна, 49027

E-mail: tsilurik_alexander@ukr.net

Тел. +8097-580-85-67

Встановлено високу ефективність застосування мілкому мульчувального обробітку ґрунту (чизельний, плоскорізний) та поліпшеної системи удобрення ($N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника) в технології вирощування кукурудзи, яка не поступається полицевій оранці, забезпечує оптимальні біометричні показники рослин та елементів структури урожаю качанів кукурудзи. Відмічена лише незначна тенденція зниження морфологічних ознак качанів (діаметр, довжина, кількість зерен) за плоскорізного розпушування (14–16 см), особливо на неудобрених ділянках (контроль), що пояснюється негативним впливом ряду факторів, а саме зростання об'ємної маси і твердості ґрунту, зниження нітрифікаційної здатності чорнозему, погіршення фітосанітарного стану посівів тощо. Застосування мінеральних добрив ($N_{30-60}P_{30}K_{30}$) нівелює цю незначну різницю та сприяє отриманню практично однакових показників. Максимальну урожайність зерна кукурудзи на неудобреному фоні і внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечує полицева оранка та чизелювання (4,83–5,33 т/га), а зі збільшенням частки азоту ($N_{30-60}P_{30}K_{30}$) – мілке плоскорізне розпушування скиби (5,62 т/га), що пов'язано з унормуванням процесів мобілізації нітратів при залученні у ґрунтове середовище великої кількості рослинних решток попередника та перед попередника (5–7 т/га). Незначні розбіжності в урожайності зерна свідчать про рівноцінність зазначених способів основного обробітку ґрунту.

Ключові слова: кукурудза, мульчувальний обробіток ґрунту, біометричні показники, післяжнивні рештки, мінеральні добрива, урожайність.

Вступ

Прерогатив сучасного степового землеробства України на фоні подальшої деградації чорноземів надається в першу чергу удосконаленню системи основного обробітку ґрунту під кукурудзу в напрямку її мінімалізації з урахуванням типу сівозміни, кількості і якості післяжнивних решток, удобрення, фітосанітарного стану посівів, технічних можливостей господарств.

Загальновідомо, що коренева система рослин кукурудзи розвивається рівномірно у всіх напрямках і локалізується переважно у шарі ґрунту 30–60 см, а тому значно реагує на глибину його обробітку, що і підтверджується матеріалами досліджень отриманих на Ерастівській і Красноградській дослідних станціях Інституту зернового господарства УААН, а саме формування вищої врожайності на 0,3–0,4 т/га зерна за полицевої оранки порівняно з мілким безполицевим розпушуванням ґрунту (Тсуков, 2003; Lotonenko, 1990). Однак за матеріалами (Scherbak, 1979), глибокий плоскорізний обробіток в умовах Степу України за високої культури землеробства не знижує врожай кукурудзи і сприяє формуванню навіть вищих біометричних показників та урожайності зерна порівняно з оранкою, або забезпечує рівноцінні показники елементів структури урожаю з даними (Hrabak, Krut', 1979; Tsykov et al., 2003).

Можливість мінімалізації обробітку ґрунту під кукурудзу до 10–14 см підтверджується також дослідженнями (Ilchenko, 1976; Kiver, 1979) та ряду закордонних вчених (Barz, Edvards, 2006; Tebrügge, 2000; Hüla, 2004.) які засвідчують, що систематичне використання мінімізації менш ефективно порівняно з чергування глибоких та різних мілких розпушувань ґрунту.

В умовах сьогодення за вирощування кукурудзи поширення набуває мілкий (мульчувальний) обробіток ґрунту, який виключає можливість перевертання орного шару й передбачає використання побічної продукції попередніх культур (Lebid, 2014; Tsyliuryk, 2015). Дефіцит інформації щодо ефективності мілкого мульчувального обробітку ґрунту за вирощування кукурудзи в північному Степу, а також суперечливе ставлення вчених до того чи іншого обробітку ґрунту, викликає необхідність продовження досліджень ґрунтообробітку під кукурудзу з метою виявлення оптимального варіанту розпушування ріллі в технології вирощування зернової культури, який забезпечує оптимальні умови росту і розвитку рослин та сприяє максимальній урожайності зерна за мінімальної кількості виробничих витрат і високої рентабельності виробництва. Головною метою досліджень було встановлення впливу різних способів мілкого (мульчувального) основного обробітку ґрунту та удобрення за високих фонів післяжнивних решток у сівозміні на біометричні показники, елементи структури урожаю, продуктивність та економічну ефективність вирощування кукурудзи в умовах Північного Степу України.

Матеріали та методи досліджень

Польові експерименти проводили в дослідному господарстві “Дніпро” державної установи Інститут зернових культур НААН України в довгостроковому стаціонарному досліді лабораторії сівозмін та природоохоронних систем обробітку ґрунту у п'ятипольній сівозміні чистий пар – пшениця озима – сояшник – ячмінь ярий – кукурудза відповідно до загальноприйнятих методик дослідної справи, протягом 2011–2015 рр. Агротехніка вирощування кукурудзи (гібрид Білозірський 295 СВ) – загальноприйнята для зони Степу.

Схема досліду включала три способи основного обробітку ґрунту під кукурудзу: полицевий (контроль) – оранка плугом ПО-3-35 на глибину 23-25 см; чизельний (мульчувальний) – чизелювання “Chisel Plow” на глибину 14-16 см; плоскорізний (мульчувальний) – обробіток важким культиватором КШН-5,6 “Резидент” на глибину 14–16 см. Загальним фоном під передпосівну культивування вносили ґрунтовий гербіцид Харнес – 2,5 л/га. Мінеральні добрива вносили навесні розкидним способом під передпосівну культивування в дозах: 1) без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль); 2) $N_{30}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника; 3) $N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний важкосуглинковий з умістом в орному шарі: гумусу – 4,2 %, нітратного азоту – 13,2 мг/кг, рухомих сполук фосфору і калію (за Чириковим) відповідно 145 та 115 мг/кг.

Результати та їх обговорення

Завдяки оптимальним умовам гідротермічного режиму, протягом років досліджень, початок сходів на всіх варіантах досліду в середньому за роки досліджень зафіксовано на 8-му добу, окрім полицевої оранки де сходи з'явилися дещо раніше на 1 добу, що пояснюється дещо кращими умовами температурного режиму на відміну від чизелювання та плоскорізного розпушування де завдяки наявності післяжнивних решток попередника на поверхні поля ґрунт гірше прогрівався.

Впродовж періоду вегетації кукурудзи, особливо до фази цвітіння волотей, спостерігалось випередження росту і розвитку рослин за полицевого та чизельного обробітку порівняно з плоскорізним розпушуванням ґрунту. На цих варіантах на початкових етапах розвитку відмічали більш інтенсивні процеси листкоутворення, прискорене накопичення біомаси, а також ріст рослин у висоту (табл. 1).

Максимальна висота рослин починаючи від фази 6-8 листків до 10–12 листків, залежно від фону живлення, була характерна для полицевої оранки 47–58 і 114–127 см та чизелювання 46–57 і 115–132 см відповідно. Починаючи від фази 12–14 листків та до цвітіння відмічена невелика тенденція до покращення росту та розвитку рослин кукурудзи за чизельного обробітку, який перевищував навіть полицеву оранку на 5–13 та 2–3 см, або 2,7–7,0 та 1,0–1,3%, відповідно. Це явище, ймовірно можна пояснити наявністю за чизелювання гофрованого мікрорельєфу та рослинних решток

попередника на поверхні поля, які затримували більше снігу у осінньо-зимовий період та сприяли додатковому накопиченню вологи протягом років досліджень на 15–30 мм у півтораметровому шарі.

Таблиця 1. Динаміка висоти рослин кукурудзи залежно від обробітку ґрунту та удобрення в середньому за 2011–2015 рр.

Обробіток ґрунту	Удобрення	Висота рослин за фазами розвитку, см				цвітіння
		6–8 листіків	8–10 листіків	10–12 листіків	12–14 листіків	
Полицева оранка (23–25 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	47±2,3	78±3,5	114±6,1	173±8,1	215±11,1
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	52±3,3	84±4,1	124±6,7	187±8,8	220±12,0
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	58±3,5	91±4,7	127±7,0	194±9,0	224±12,2
Чизелювання (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	46±2,2	80±3,8	115±5,9	186±8,5	217±11,3
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	52±3,1	84±3,9	124±6,5	196±9,1	223±12,1
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	57±3,3	91±4,4	132±5,8	199±9,1	227±13,0
Плоскорізне розпушування (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	43±1,8	74±3,5	111±4,6	170±7,9	205±10,5
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	50±2,8	81±3,7	120±5,5	182±8,1	209±10,9
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	56±3,1	86±3,8	128±6,1	188±8,7	215±11,2
НІР _{0,95} , см	для обробітку ґрунту	2,5	4,2	5,8	6,1	8,1
	для добрив	5,1	5,6	8,1	8,3	9,2

Таблиця 2. Біометричні показники рослин кукурудзи в фазу цвітіння залежно від основного обробітку ґрунту в середньому за 2011–2015 рр.

Обробіток ґрунту	Удобрення	Площа листової поверхні однієї рослини, дм ²	Кількість листків, шт./роsl.		Діаметр стебла, см
			зелених	сухих	
Полицева оранка (23–25 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	41,25±2,8	10,1±0,9	4,1±0,40	2,8±0,22
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	44,01±3,1	10,8±1,0	4,2±0,50	2,8±0,22
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	45,32±2,9	11,2±1,0	4,3±0,50	2,8±0,22
Чизелювання (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	41,20±2,2	10,3±1,1	4,0±0,38	2,8±0,22
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	44,00±2,3	10,9±1,2	4,2±0,47	2,8±0,22
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	45,34±2,1	11,3±1,3	4,3±0,49	2,8±0,22
Плоскорізне розпушування (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	39,80±1,9	10,0±0,8	3,9±0,35	2,75±0,21
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	41,70±2,2	10,4±0,9	4,1±0,39	2,8±0,22
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	43,65±2,2	11,0±1,1	4,3±0,52	2,8±0,22
НІР _{0,95}	для обробітку ґрунту	1,1	0,2	0,2	0,05
	для добрив	2,5	0,2	0,3	0,05

За використання плоскорізного розпушування відмічена мінімальна висота рослин у всі фази росту і розвитку рослин, яка на період цвітіння, залежно від рівня живлення рослин становила 205–215 см та була нижчою за полицеву оранку та чизелювання відповідно на 4,0–4,6 та 5,3–5,5 %. Використання помірних доз мінеральних добрив разом з післяжнивними рештками ($N_{30-60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника) підвищувало висоту рослин на всіх варіантах досліджу, зокрема під кінець вегетації кукурудзи у фазу цвітіння на 4,0–4,6%. Низький приріст висоти рослин від добрив пояснюється досить високим рівнем ґрунтової родючості дослідної ділянки та невисокими, помірними дозами мінеральних добрив.

Аналогічна тенденція, як і при визначенні висоти рослин характерна для біометричних показників рослин кукурудзи (табл. 2). Зокрема, площа листової поверхні за оранки та чизелювання, залежно від фону добрив, була практично однаковою 41,20–45,34 dm^2 . Відмічена тенденція до незначного зниження даного показника за плоскорізного розпушування на 3,4–3,9%, що знаходилося в межах помилки досліджу.

Кількість листків на одній рослині та діаметр стебла також не залежали від обробітку ґрунту, лише внесені мінеральні добрива закономірно сприяли зростанню кількості листків на одній рослині до 0,7–1,1 шт./роsl.

Одним із важливих елементів який бере участь у формуванні врожаю є як відомо, показник кількості качанів на вегетуючих рослинах. Так на всіх варіантах досліджень (оранка, чизелювання, плоскорізне розпушування) рослини сформували практично однакову кількість 93,4–95,6 шт. качанів на 100 рослинах (табл. 3). Що стосується морфологічних ознак качана (діаметр, довжина, кількість зерен), то за даними обліків, на неудобрених ділянках (контроль) тенденцію до зниження показників основних елементів продуктивності рослин кукурудзи зафіксовано на ділянках плоскорізного розпушування (14–16 см), що пояснюється негативним впливом ряду факторів, а саме зростання об'ємної маси і твердості ґрунту, зниження нітрифікаційної здатності чорнозему, погіршення фітосанітарного стану посівів тощо. Застосування мінеральних добрив разом з післяжнивними рештками попередника в помірних дозах ($N_{30-60}P_{30}K_{30}$) за плоскорізного розпушування нівелює цю незначну різницю та сприяє отриманню практично рівнозначних показників у зв'язку з унормуванням процесів мобілізації нітратів при залученні у ґрунтове середовище великої кількості рослинних решток попередника та перед попередника (5–7 т/га рослинних решток).

Таблиця 3. Основні елементи продуктивності рослин кукурудзи в середньому за 2011–2015 рр.

Обробіток ґрунту	Удобрення	Кількість качанів на 100 рослин, шт.	Діаметр качана, см	Довжина качана, см	Кількість зерен з качана, шт.
Полицева оранка (23–25 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	94,2±4,21	5,3±0,51	22,1±2,18	505,6±38,8
	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	94,9±4,11	5,4±0,52	22,7±2,10	512,3±39,3
	$N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	95,6±4,42	5,4±0,52	22,8±2,11	518,1±40,1
Чизелювання (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	93,5±4,31	5,3±0,52	22,1±2,01	504,3±38,1
	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	94,2±4,10	5,4±0,53	22,8±2,10	512,0±39,5
	$N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	94,9±4,11	5,4±0,52	22,8±2,09	516,0±39,9
Плоскорізне розпушування (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	93,4±4,21	5,2±0,49	21,3±1,95	480,2±36,9
	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	94,1±4,23	5,3±0,50	22,6±2,02	512,1±39,6
	$N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	94,8±4,28	5,4±0,51	22,8±2,22	518,2±39,8

Отриманню високого рівня урожаю зерна кукурудзи у 2011, 2013–2015 рр. (4,53–7,73 т/га) сприяло суворе дотримання технологічного регламенту вирощування зернової культури, високі вихідні запаси продуктивної вологи в коренеактивному шарі ґрунту 0–150 см, а також опади, які збігалися у часі з критичним періодом водоспоживання рослин (за 10–15 днів до цвітіння волотей і початків та до кінця фази наливу зерна) (табл. 4).

Винятком слід вважати 2012 рік, коли ріст і розвиток кукурудзи відбувався на тлі аномально спекотної погоди. Гідротермічний коефіцієнт у липні і першій половині серпня знижувався до позначки 0,01–0,38, що є ознакою дуже сильної посухи. Реєструвалися втрата тургору і в'янення рослин, пожовтіння і передчасне засихання листків нижнього ярусу, порушення процесів формування репродуктивних органів. Ці явища негативно впливали на врожайність основної продукції, яка варіювала в межах 1,77–2,55 т/га.

Стосовно впливу досліджуваних агроприйомів на продуктивність кукурудзи відстежували певну закономірність. За усередненими даними, на неудобреному фоні й з внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$ мінімальну перевагу в урожайності зерна мали

полицева оранка та чизелювання, із збільшенням частки азоту ($N_{60}P_{30}K_{30}$) – мілке плоскорізне розпушування скиби, що пов'язано, ймовірно, з унормуванням процесів мобілізації нітратів у разі використання у кругообігу великої кількості рослинних решток. Зважаючи на незначні розбіжності в показниках між варіантами досліду, в цілому можна стверджувати рівноцінність зазначених способів основного обробітку ґрунту.

Таблиця 4. Урожайність зерна кукурудзи залежно від обробітку ґрунту та удобрення, т/га

Обробіток ґрунту	Удобрення (фактор В)	Рік					Середнє
		2011	2012	2013	2014	2015	
Полицева оранка (23–25 см)	без добрив + післяжнивні рештки	6,91	1,83	6,29	4,53	4,82	4,88
	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	7,45	2,12	6,75	4,98	5,33	5,33
	$N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	7,69	2,55	6,96	5,25	5,54	5,60
Чизелювання (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки	6,83	1,80	6,18	4,57	4,78	4,83
	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	7,39	2,05	6,60	5,02	5,40	5,29
	$N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	7,71	2,41	6,79	5,31	5,59	5,56
Плоскорізне розпушування (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки	6,70	1,77	6,04	4,79	4,75	4,81
	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	7,34	1,91	6,47	5,34	5,36	5,28
	$N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника	7,73	2,26	6,72	5,56	5,84	5,62
НІР _{0,95} , т/га	для обробітку ґрунту	0,21	0,10	0,22	0,24	0,13	-
	для добрив	0,21	0,10	0,21	0,29	0,10	-

Підкреслимо також зниження врожайності зерна кукурудзи в аномально посушливому 2012 році до рівня 1,77–2,55 т/га, зберігаючи закономірність, тобто зниження урожайності при застосуванні плоскорізного обробітку на 0,06–0,29 т/га (3,3–11,4%). Від застосування мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, разом з післяжнивними рештками попередника, за оранки (23–25 см) та чизелювання (14–16 см) отримано приріст урожаю зерна 0,45–0,46 т/га, а за плоскорізного розпушування (14–16 см) – 0,47 т/га, від $N_{60}P_{30}K_{30}$ – відповідно 0,72–0,73 та 0,81 т/га.

Висновки

Біометричні показники рослин та елементи структури урожаю качанів кукурудзи не суттєво залежали від обробітку ґрунту та були практично рівнозначними між собою. Відмічена лише тенденція до погіршення морфологічних ознак качанів (діаметр, довжина, кількість зерен) за плоскорізного розпушування (14–16 см), особливо на неудобрених ділянках (контроль), що пояснюється негативним впливом ряду факторів, а саме зростання об'ємної маси і твердості ґрунту, зниження нітрифікаційної здатності чорнозему, погіршення фітосанітарного стану посівів тощо. Застосування мінеральних добрив ($N_{30-60}P_{30}K_{30}$) нівелює цю незначну різницю та сприяє отриманню практично однакових показників. Мінімальну перевагу відносно урожайності зерна на неудобреному фоні і внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ мали полицева оранка та чизелювання (4,83–5,33 т/га), а зі збільшенням частки азоту ($N_{30-60}P_{30}K_{30}$) – мілке плоскорізне розпушування скиби (5,62 т/га), що пов'язано з унормуванням процесів мобілізації нітратів при залученні у ґрунтове середовище великої кількості рослинних решток попередника та перед попередника (5–7 т/га). Незначні розбіжності в урожайності зерна свідчать про рівноцінність зазначених способів основного обробітку ґрунту.

References

- Barz, P., Edwards, T., Campbell, T.I., Hood, D.W. (2006). Alternative agricultural systems in the United Kingdom. Report D 1.1 A8. KASSA Project. CIRAD, France, 1–95.
- Fan, Z.L., Chai, Q., Huang, G.B., Yu, A.Z., Huang, P. et al. (2013). Yield and water consumption characteristics of wheat/maize intercropping with reduced tillage in an Oasis region. *Eur. J. Agron.*, 48, 52–58
- Grabak, N.Kh., Stokovskaya, T.M., Tkachenko, A.P. (1979). Soil-protective technology in the south of Ukraine. *Agriculture*, 8, 29–31 (in Russian).
- Hůla, J., Procházková, B., Kovaříček, P. (2004) Minimization and soil conservation technologies [Minimalizační a půdoochranné technologie]. Prague (in Czech).
- Ilchenko, V.A. (1976). Surface and soil-free tillage in crop rotation. *Bulletin of Agricultural Science*, 10, 1–7 (in Russian).
- Khurshid, K., Iqbal, M., Saleem Arif, M., Nawaz, A. (2006). Effect of Tillage and Mulch on Soil Physical Properties and Growth of Maize. *Int. J. Agri. Biol.*, 8(5), Retrieved from http://www.fspublishers.org/published_papers/5034_.pdf. Accessed on 15.05.2017
- Kiver, V.F., Melua, R.A., Pilipenko, A.D. (1979) Sedimentation of crops with minimal soil cultivation on irrigated lands of Moldova. *Agriculture*, 3, 38–41 (in Russian).
- Krut', V.M., Benedichuk, N.F., Shvets, Yu. A. (1979). Planning of the soil for maize. *Corn*, 10, 18–19 (in Russian).

-
- Lebid, E.M., Tsyliuryk, A.I. (2014) Reproduction of chernozem fertility and productivity of short-term crop rotation of the steppe depending on the system of multicultural soil cultivation. Bulletin of the Institute of agriculture of steppe zone, 6, 8-14 (in Russian).
- Lotonenko, I.V. (1990). Effect of soil cultivation on maize productivity under irrigation. Irrigated agriculture, 35, 39-41 (in Russian).
- Shcherbak, I.E. (1979). Soil-protective technology of cultivation of grain crops in southern regions of Ukraine. Moscow: Kolos (in Russian).
- Shen, J.Y., Zhao, D.D., Han, H.F., Zhou, X.B., Li, Q.Q., (2012). Effects of straw mulching on water consumption characteristics and yield of different types of summer maize plants. Plant Soil Environ., 58, 161-166
- Tebrügge, F. (2000). Comparison of soil machine interactions by intensive tillage and no-tillage Proceedings 4th Intern. Conf. on Soil Dynamics, Adelaide, Australia, 22.
- Tsikov, V.S. (2003). Corn: technology, hybrids, seeds. Dnepropetrovsk: VAT Zarya (in Russian).
- Tsyliuryk, A.I., Sudak, V.M., Shapka, V.P. (2015). Productivity of short crop rotation depending on the system of tillage of soil on the background of continuous stubble mulching remains. Bulletin of the Institute of agriculture of steppe zone, 8, 66-72 (in Russian).
- Verhulst, N., Nelissen, V., Jespers, N., Haven, H., Sayre, K.D. et al. (2011). Soil water content, maize yield and its stability as affected by tillage and crop residue management in rainfed semi-arid highlands. Plant Soil, 344, 73-85.
- Wlaiwan, S., Jayasuriya, H.P.W. (2013). Effect of different tillage and residue management practices on growth and yield of corn cultivation in Thailand. Agric Eng Int: CIGR Journal, 15(3), 86-94.
- Zamir, M.S.I., Javeed, H.M.R., Ahmed, W., Ahmed, A.U.H., Sarwar, N. et al. (2013). Effect of tillage and organic mulches on growth, yield and quality of autumn planted maize (*Zea mays* L.) And soil physical properties. Cercetări Agronomice în Moldova, XLVI, 2(154), 17-26.
-

Citation:

Tsyliuryk, A.I., Kozechko, V.I. (2017). Effect of mulching tillage and fertilization on maize growth and development in Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 50-55.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License
