AGROLOGY

ISSN 2617-6106 (print)
ISSN 2617-6114 (online)
Agrology, 1(3), 281–285
doi: 10.32819/2617-6106.2018.13007

Original researches

Growth and Development of Corn Plants Depending on the Use of Straw and Green Manure Crops

Received: 18 July 2018
Revised: 02 August 2018
Accepted: 06 August 2018

V. M. Sendetsky
State Agrarian and Engineering University in Podilya, Kamyanets-Podilsky, Ukraine

State Agrarian and Engineering University in Podilya, Shevchenko Str., 13, Kamyanets-Podilsky, 32300, Ukraine

Tel.: +38-050-373-06-67
E-mail: vermos2011@ukr.net

Cite this article: Sendetsky, V. M. (2018). Growth and development of corn plants depending on the use of straw and green manure crops. *Agrology*, 1(3), 281–285. doi: 10.32819/2617-6106.2018.13007

Abstract. The maximum use of the organic mass of plant residues, other secondary products of agriculture and plant growing, green manure crops is now becoming an effective and reliable reserve for the provision of soil in the conditions of the Western Forest-Steppe by organic substance, an essential material for soil formation, in particular the accumulation of humus and essential nutrients for plant nutrition and soil microorganisms. The biological preparation Vermistym-D (6 l/ha) was used for decomposition of straw and plant residues. In all variants, where the decomposition of straw was carried out, a solution of 10 kg/ha of carbamide was added to the destructor. White mustard as green manure crop was sown at a rate of 3 million of germinable seeds per hectare, oil radish – 2.5 million of germinable seeds per hectare, mixture of white mustard – 1.8 million of germinable seeds per hectare and oil radish – 1.5 million of germinable seeds per hectare. The hybrids of corn NK Thermo and NK Lemero were sown with the norm of 80 thousand of germinable seeds per hectare. The combined application of straw and green manure crops in the experiments carried out significantly influenced the agrophysical, agrochemical properties of the soil and its biological activity. At the time of sowing, corn porosity in the soil layer of 0–10 cm in relation to the control was recorded at 6.1–9.9% higher in all variants of combined application of straw and green manure crops. According to research results was determined, that the carring out decomposition of straw by Vermistym-D with the subsequent sowing of green manure crops significantly improved the agrophysical properties of soils, reduced the loss of moisture in the arable layer, which undoubtedly affected the field germination rate of the seeds and the density of plant stand. In all variants, the field germination rate was larger and the number of plants per hectare in the phase of full seedlings was larger pieces in relation to the control. Before harvesting, the survival rate of the plants was registered on 1.1–3.0% higher compared to the control. The highest parameters were in the variant where the straw was decomposed by the preparation Vermistym-D at the dose of 6 l/ha, in combination with the sowing of the mixture of green manure crops (white mustard and oil radish). At the same variant, the height of plants of the hybrid NK Thermo was higher in the phase: the seedlings – 6–8 leaves on 4.4 cm relative to the control, heading of panicles – on 19 cm, complete ripeness – on 21 cm relative to the control. The results obtained with respect to the rates of linear growth of corn plants, the formation of their overall height, give the grounds to confirm, that the green unguimized mass of green manure crops and straw during the growing of the culture provided better soil conditions of the hydrophysical state and plant nutrition. Experimental data indicate, that the combined application of straw and green manure crops positively affected the growth processes of corn plants, contributed to the better formation of generative organs, elements of the structure of the yield and yielding capacity of grain. The proposed agrotechnical measures ensure the increase of the field germination rate and density of plants after full seedlings and before harvesting, which is one of the main factors in increasing of the yielding capacity of agricultural crops.

Keywords: corn hybrids, Vermistym-D, white mustard, oil radish, field germination rate, density of standing.

Ріст і розвиток рослин кукурудзи залежно від застосування соломи і сидератів

В. М. Сендецький
Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський. Україна

Анотація. Максимальне використання органічної маси рослинних решток, іншої вторинної продукції землеробства й рослинництва, сидератів нині стає ефективним і надійним резервом забезпечення ґрунту в умовах Західного Лісостепу органічними речовинами, незамінним матеріалом для ґрунтоутворення, зокрема накопичення гумусу і необхідних поживних речовин для живлення рослин та ґрунтових мікроорганізмів. Для деструкції соломи і рослинних решток використовували

біопрепарат Вермистим-Д (6 л/га). В усіх варіантах, де проводили деструкцію соломи, у розчин з деструктором додавали 10 кг/га карбаміду. Білу гірчицю на сидерат висівали нормою 3 млн/га, олійну редьку – 2,5 млн/га, у сумішці: біла гірчиця – 1,8 млн/га і олійна редька – 1,5 млн/га схожих насінин. Гібриди кукурудзи НК Термо та НК Лемеро висівали нормою 80 тис./га схожих насінин. Сумісне застосування соломи та сидератів у проведених дослідах значно впливало на агрофізичні, агрохімічні властивості ґрунту та його біологічну активність. На час сівби кукурудзи шпаруватість у шарі ґрунту 0–10 см відносно контролю реєстрували на 6,1–9,9% більшою на всіх варіантах сумісного застосування соломи та сидератів. За результатами досліджень встановлено, що проведення деструкції соломи препаратом Вермистим-Д з подальшою сівбою сидератів значно покращує агрофізичні властивості ґрунтів, знижує втрати вологи в орному шарі, що безсумнівно впливало на польову схожість насіння та густоту стояння рослин. На всіх варіантах польова схожість і кількість рослин на гектарі у фазу повних сходів були більшими відносно контролю. Перед збиранням виживаність рослин реєстрували на 1,1–3,0% більшою порівняно з контролем. Найвищі показники були на варіанті, де проводили деструкцію соломи препаратом Вермистим-Д у дозі 6 л/га сумісно з висівом суміші сидератів (біла гірчиця та олійна редька). На цьому ж варіанті була більшою висота рослин гібриду НК Термо у фази: сходи – 6–8 листків на 4,4 см, викидання волоті – на 19 см, повна стиглість – на 21 см відповідно до контролю. Результати, отримані щодо темпів лінійного приросту рослин кукурудзи, формування загальної їх висоти, дають підставу стверджувати, що зелена негуміфікована маса сидератів та соломи протягом вегетації культури забезпечувала кращі ґрунтові умови водно-фізичного стану та живлення рослин. Експериментальні дані свідчать про те, що сумісне застосування соломи та сидератів позитивно позначалося на ростових процесах рослин кукурудзи, сприяло кращому формуванню генеративних органів, елементів структури урожаю і урожайності зерна. Запропоновані агрозаходи забезпечують підвищення польової схожості та густоти стояння рослин після повних сходів і перед збиранням урожаю, що є одним з основних факторів підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Ключові слова: гібриди кукурудзи, Вермистим-Д, гірчиця біла, редька олійна, польова схожість, густота стояння.

Вступ

Увага до виробництва зерна кукурудзи, як однієї з основних культур сучасного світового землеробства, обумовлена широким спектром її використання, оскільки вона і для України є важливою складовою аграрного виробництва (Maslak, 2013; Shpaar et al., 2009; Palamarchuk et al., 2009). З метою підвищення врожайності цієї культури, через відсутність традиційних органічних добрив, нині зростає роль використання в технології вирощування кукурудзи інших джерел, альтернативних органічним речовинам, зокрема соломи, рослинних решток та сидератів (Lykhochvor, 2004; Alekseev et al., 1970; Kuperman & Andryenko, 1959). Саме тому вивчення впливу соломи сумісно зі сидератами на ріст і розвиток рослин кукурудзи в умовах Західного Лісостепу являє чималий науковий інтерес для багатьох дослідників.

Максимальне використання органічної маси рослинних решток, побічної продукції рослинництва і сидератів стає ефективним і надійним резервом забезпечення ґрунту в умовах Західного Лісостепу органічними речовинами. Вторинна продукція землеробства може бути незамінним матеріалом для ґрунтоутворення, зокрема накопичення гумусу і необхідних поживних речовин для живлення рослин та ґрунтових мікроорганізмів (Balayev & Pikovs'ka, 2016; Mojsijenko, 2015).

Теоретичні та практичні засади використання сидератів і побічної продукції для поліпшення родючості ґрунтів створили своїми дослідженнями вчені Balayev & Pikovs'ka (2016), Vitvits'kyy (2016), Shuvar et al. (2015), Palamarchuk et al., (2011). Крім органічних речовин, за розрахунками дослідників, унаслідок загортання соломи зернових до ґрунту надійде, кг/га: азоту – 15–20, фосфору – 8–10, калію – 30–40 (Dovban, 2009; Shuvar et al., 2015). Водночас до ґрунту повертаються такі важливі мікроелементи, як бор, мідь, марганець, молібден, цинк та ін. (Shuvar, 2015b).

Результати досліджень вітчизняних і зарубіжних науковців, запроваджені у виробництво, довели, що висока швидкість мінералізації свіжої сидеральної маси забезпечує ґрунтові мікроорганізми вуглецем. При цьому в ґрунті не тільки зберігаються запаси гумусу, але й обмежується перебіг процесів його синтезу. Це пояснюється відсутністю в сидеральній масі достатньої кількості лігніну й окремих ароматичних сполук (субстратних попередників гумусу). Особливо низьким реєструється вміст зазначених речовин у разі використання культур на сидерат до настання ними фази цвітіння. Фактично сидерація активно впливає на ефективну родючість ґрунту, забезпечуючи підвищення врожайності лише першої після застосування культури. Тому для оптимізації процесів синтезу гумусу (а отже, і підсилення потенційної родючості) перспективним є внесення рослинних решток, зокрема подрібненої соломи, з компенсацією на азот і наступним вирощуванням культури на сидерат. За цих умов активізується розвиток мікроорганізмів і відбувається забезпечення їх субстратом для синтезу гумусових сполук, тобто формується як ефективна, так і потенційна родючість ґрунту (Bykin &Tarasenko, 2014).

Позитивно впливаючи на фізико-біологічні властивості ґрунтів, сидерати акумулюють до 180 кг/га азоту, уберігаючи його від вимивання та денітрифікації. Аналізуючи сучасні публікації, можна зробити висновок: застосування соломи сумісно зі сидератами в технології вирощування кукурудзи має безпосередній вплив на інтенсивність фотосинтезу, створюючи тим самим передумови для прискорення росту, розвитку рослин кукурудзи та збільшення врожаю (Moskalenko, 2013; Kefely, 1973).

Практична цінність регулювання ростових процесів рослин, їх ритм і коливання в сучасних умовах набула особливого значення у зв‘язку зі створеними широкими можливостями з оптимізації умов вирощування сільськогосподарських культур за рахунок оптимізації умов ґрунтового середовища, особливо шляхом збагачення на органічні речовини, прогресивних прийомів і технологій (Bomba et al., 2013; Gen', 2011; Azurkin et al., 2011).

Для пришвидшеного розкладання соломи озимих та ярих культур одним із нових напрямів розвитку сучасного землеробства є використання біологічних препаратів (мікробних деструкторів). У разі їх застосування природний процес розкладання клітковини живими організмами супроводжується збільшенням чисельності корисних ґрунтових мікроорганізмів, активізацією їх життєдіяльності і придушенням патогенної мікрофлори. Разом з поліпшенням родючості ґрунту відбувається і його оздоровлення.

Ринок України представлений низкою деструкторів з різною ефективністю розкладання рослинних решток. Наприклад, пропонуються ферментативні препарати хімічного розкладання целюлози короткочасної дії; біологічні препарати на основі живих мікроорганізмів і продуктів їх життєдіяльності. Серед представлених чільне місце займає препарат Вермистим-Д виробництва ПП “Біоконверсія”. Вермистим-Д – це високогумусна речовина, що містить комплекс біологічно активних ре-

човин. До складу препарату входять всі компоненти вермикомпосту в розчиненому і активному стані: гумати, фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, природні фітогормони.

Однак досліджень з визначення впливу сумісного застосування як органічних добрив обробленої препаратом Вермистим-Д соломи та сидератів на ріст і розвиток посівів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного виконано недостатньо, щоб робити остаточні висновки. Тому нашою метою в дослідженнях було об'єктивно обґрунтувати найбільш ефективне поєднання взятих на вивчення агрозаходів, вивчити польову схожість, густоту стояння та виживання рослин кукурудзи гібридів НК Термо та НК Лемеро.

Матеріал і методи досліджень

Роботи виконували протягом 2013–2015 рр. на дослідному полі філіалу кафедри рослинництва та селекції Подільського державного аграрно-технічного університету в ПФ "Богдан і К" Снятинського району Івано-Франківської області (західна частина Лісостепу).

Ґрунт дослідної ділянки – дерновий, опідзолений середньосуглинковий. Орний шар характеризуються такими агрохімічними показниками: уміст лужногідролізованого азоту – 67–76 мг/кг (за Корнфілдом); рухомого фосфору – 118–124 мг/кг; обмінного калію – 108–113 мг/кг (за Чиріковим); pHсол – 4,54–5,20 (потенціометричним методом); уміст гумусу – 3,05–3,39% (за Тюріним).

Погодні умови за роки дослідження відрізнялися між собою, що дало змогу оцінити вплив сумісного застосування соломи зернових і сидерату в технології вирощування зерна кукурудзи.

Для деструкції соломи і рослинних решток використовували біопрепарат Вермистим-Д (6 л/га). В усіх варіантах, де проводили деструкцію соломи, у розчин з деструктором додавали 10 кг/га карбаміду. Білу гірчицю на сидерат висівали нормою 3 млн/га, олійну редьку 2,5 млн/га, у сумішці – біла гірчиця 1,8 млн/га і олійна редька 1,5 млн/га схожих насінин.

Гібриди кукурудзи НК Термо та НК Лемеро висівали нормою 80 тис./га схожих насінин: 2013 р. – 29 квітня, 2014 р. – 28 квітня, 2015 р.– 4 травня; загальна площа ділянки 70 м^2, облікова – 50 м^2. Розміщення ділянок систематичне за триразового повторення.

Методи дослідження: польові, лабораторні, математично-статистичні, порівняльно-розрахункові (Dospehov, 1985; Fyleeva, 1980; Vovkodav, 2001).

Результати

Головне завдання за підбору системи агротехнічних прийомів вирощування гібридів кукурудзи полягає у створенні таких умов, які б найбільше відповідали вимогам, що висуваються рослинами. Для того щоб обґрунтувати агротехнічні рекомендації з вирощування високих урожаїв зерна кукурудзи в проведених дослідженнях вивчали динаміку лінійного росту рослин та їх біометричні параметри.

Сумісне застосування соломи та сидератів позитивно впливає на інтенсивність формування листків та площу їх поверхні, ріст рослин та накопичення надземної маси; сприяє продуктивному використанню рослинами ґрунтової вологи, а отже, й отриманню високого врожаю зерна.

Кількість рослин на одиниці площі, які беруть участь у формуванні врожаю, здебільшого залежить від польової схожості, тобто від кількості сходів, які з'явилися в польових умовах і виражені у відсотках до кількості висіяного схожого насіння. За час вегетації кількість рослин, що зійшли, зменшується під впливом різних факторів. І передусім на це впливають вологозабезпеченість, температура ґрунту, а також агротехнічні заходи, у тому числі рівень мінерального живлення рослин (Lebid' et al., 2008; Satanovs'ka, 2013).

Сумісне застосування соломи та сидератів у наших дослідах значно впливало на агрофізичні, агрохімічні властивості ґрунту та його біологічну активність. Зокрема, порівняно до контролю, зменшувалася кількість брилистих (< 10 мм) і дрібних (< 0,25 мм) фракцій відповідно на 8,9–9,3% та 9,0–9,2% і підвищувався вміст агрономічно-цінних агрегатів (0,25–10 мм) на 3,0–4,6%, щільність посівного шару ґрунту була на 0,08–0,10 г/см^3 меншою до контролю. На час сівби кукурудзи шпаруватість в шарі ґрунту 0–10 см відносно контролю реєстрували на 6,1–9,9% більшою на всіх варіантах сумісного застосування соломи та сидератів.

Для отримання гарантованих дружних сходів кукурудзи надзвичайно важлива наявність продуктивної вологи в посівному шарі ґрунту: вважається рівень недостатнім за її вмісту 7–8 мм, добрим 14–15 мм і вище (Filonenko, 2013).

У наших дослідах на час сівби в шарі ґрунту 0–10 см у варіантах із внесенням соломи в поєднанні зі сидератами найнижчий показник (13 мм) вологозабезпеченості спостерігався у 2013 році (на контролі 11 мм), найвищий – у 2014 році – 18 мм (на контролі 15 мм) і у 2015 році – 16 мм (на контролі 13 мм), що було достатньо для отримання дружних і повних сходів.

Згідно з даними багаторічних досліджень науково-дослідних установ, оптимальним строком сівби кукурудзи є стійке прогрівання ґрунту до +10–12 °С на глибині загортання насіння. Така температура ґрунту в наших дослідженнях у період проведення сівби спостерігалася в третій декаді квітня 2013 і 2014 років і першій декаді травня 2015 року.

Застосування соломи зі сидератами значно покращило агрофізичні, агрохімічні властивості ґрунту та його біологічну активність, що в результаті позитивно вплинуло на запаси доступної вологи для рослин, польову схожість насіння кукурудзи і густоту стояння рослин гібридів НК Термо та НК Лемеро (табл. 1).

На всіх варіантах вирощування кукурудзи гібридів НК Термо та НК Лемеро, де як органічне добриво застосовували солому сумісно з посівом сидератів, на 3,6–4,8% польова схожість і на 1,1–3,0% виживаність рослин перевищували контроль. Найвищі показники кількості рослин після повних сходів і перед збиранням були у варіанті, де проводили деструкцію соломи препаратом Вермистим-Д у дозі 6 л/га сумісно з посівом суміші сидератів (біла гірчиця та олійна редька). Найбільше рослин на одному гектарі у фазу повних сходів і перед збиранням врожаю було у 2014 році.

Висота стебла, відомо, є основним параметром, від якого залежить урожай біомаси. До того ж висота рослин є й ознакою сорту чи гібриду; її можна змінювати агротехнічними заходами, про що свідчать і дані наших досліджень. У всі роки висота рослин кукурудзи гібридів НК Термо та НК Лемеро залежала від погодних умов, способів застосування соломи та сидератів для удобрення ґрунту (табл. 2). За узагальненими даними досліджень цього процесу встановлено, що в перші 15 діб після появи сходів середньодобовий приріст у дослідах знаходився в межах 1,2–2,5 см, у наступні два тижні він знижувався, що пов'язано з активним формуванням вузлових коренів. У подальшому ріст рослин у висоту збільшувався, сягав максимуму перед викиданням волоті (5–8 см за добу). На кінець викидання волоті і початку цвітіння приріст помітно знижувався.

У початковий період, від сходів до 6–8 листків, дещо вищі темпи росту і загальну висоту рослин кукурудзи реєстрували на фоні сумісного застосування соломи та сидератів. У цей період рослини кукурудзи на контрольному варіанті (кореневі та стерньові рештки озимої пшениці) характеризувалися найнижчими темпами середньодобового приросту у висоту – не більше 2,0 см.

Найбільший середньодобовий приріст припадав на період до викидання рослинами волоті. Ця закономірність у різній мірі спостерігалася на всіх варіантах сидерації в поєднанні з деструкцією соломи препаратом Вермистим-Д.

Таблиця 1. Густота стояння, польова схожість та виживаність рослин гібридів кукурудзи за сумісного застосування соломи та сидератів (середнє за 2013–2015 рр.)

Варіант	Кількість рослин, шт./га				Польова схожість, %		Виживаність рослин, %	
	після повних сходів		перед збиранням					
	НК Термо	НК Лемеро	НК Термо	НК Лемеро	НК Термо	НК Лемеро	НК Термо	НК Лемеро
Загортання соломи без деструкції і без сидерату (контроль)	67144	68096	65001	65716	83,9	85,1	96,8	96,5
Вермистим-Д, 6 л/га без сидерату	69287	69763	68573	67859	86,6	87,2	98,9	97,3
Вермистим-Д, 6 л/га + гірчиця біла	70001	70477	69287	69287	87,5	88,1	99,0	98,3
Вермистим-Д, 6 л/га + редька олійна	70478	70954	70001	70716	88,1	88,7	99,3	99,7
Вермистим-Д, 6 л/га + сумішка сидерату (гірчиця біла + редька олійна)	70854	71430	70716	70716	88,7	89,3	99,8	99,0

Таблиця 2. Висота рослин кукурудзи досліджуваних гібридів залежно від застосування соломи та сидератів (середнє за 2013–2015 рр.), см

Варіант	Фаза розвитку кукурудзи					
	Сходи, 6–8 листків		викидання волоті		повна стиглість	
	НК Термо	НК Лемеро	НК Термо	НК Лемеро	НК Термо	НК Лемеро
Загортання соломи без деструкції і без сидерату (контроль)	13,4	13,8	211	214	219	227
Вермистим-Д, 6 л/га без сидерату	15,1	15,6	213	219	228	232
Вермистим-Д, 6 л/га + гірчиця біла	16,0	16,7	224	227	233	236
Вермистим-Д, 6 л/га + редька олійна	17,2	17,9	226	230	235	241
Вермистим-Д, 6 л/га + сумішка сидерату (гірчиця біла + редька олійна)	17,8	18,3	230	237	242	249

Темпи лінійного приросту рослин на час викидання волоті найвищими були у варіанті сидерації масою гірчиці білої та редьки олійної. Тут висоти рослин кукурудзи перевищували контроль на 19 см у гібриду НК Термо та 23 см – у гібриду НК Лемеро.

З початком формування генеративних органів кукурудзи і до повної стиглості зерна лінійний ріст рослин різко знижувався залежно від виду сидератів, які були застосовані; темпи добового приросту рослин у висоту знижувалися до 0,3–0,9 см.

У цілому за період усієї вегетації сформовані рослини, вирощувані на фоні органічної маси соломи, гірчиці білої і редьки олійної, випереджали рослини кукурудзи контролю на 14–23 см у гібриду НК Термо та 9–21 см у гібриду НК Лемеро.

Обговорення

Практична цінність регулювання ростових процесів рослин, їх ритм і коливання сьогодні набули особливого значення у зв'язку зі створеними широкими можливостями вирощування сільськогосподарських культур за рахунок оптимізації умов ґрунтового середовища, особливо шляхом збагачення на органічні речовини, новітніх прийомів і технологій (Bomba et al., 2013; Gen', 2011; Azurkin et al., 2011).

Прискорена деструкція рослинних решток деструктором Вермистим-Д забезпечує знищення патогенів, які потрапляють у ґрунт через вторинну продукцію землеробства. Покращується родючість ґрунтів за рахунок забезпечення ґрунту азотофіксуючою, фосфатмобілізуючою, бактеріоцидною та фунгіцидною мікрофлорою, природними вітамінами, гормонами росту рослин, амінокислотами та мікроелементами. Із внесенням Вермистиму-Д на рослинні рештки відбувається стимуляція росту та розвитку ґрунтової мікробіоти, яка, заселившись на рослинних рештках, разом з аборигенною мікрофлорою руйнує їх, тобто живиться ними. У підсумку утворюється гумус та доступні для рослин розчинні форми необхідних рослинам макро- та мікроелементів.

Результати, отримані щодо темпів лінійного приросту рослин кукурудзи, формування загальної їх висоти, дають підставу стверджувати, що зелена негуміфікована маса сидератів та соломи протягом вегетації культури забезпечує кращі ґрунто-

ві умови водно-фізичного стану та живлення рослин. Сумісне застосування соломи та сидератів позитивно позначається на ростових процесах рослин кукурудзи, сприяє кращому формуванню генеративних органів, елементів структури врожаю і врожайності зерна.

Висновки

Солома і сидерати виступають важливим джерелом поживних речовин ґрунту, підвищуючи його біологічну активність, що забезпечує збалансоване живлення рослин кукурудзи, позитивно впливає на інтенсивність їх росту. В орному шарі ґрунту збільшується вміст водотривких агрегатів, зменшується щільність, що сприяє більш рівномірному розподілу атмосферних опадів, кращому водопоглинанню.

Запропоновані агрозаходи забезпечують підвищення польової схожості та густоти стояння рослин після повних сходів і перед збиранням врожаю, що є одним з основних факторів підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

References

Alexeyev, E. K., Rubanov, B. C., & Dovban, K. I. (1970). Zelenye udobrenija [Green Fertilizer]. Urazhai, Minsk (in Russian).

Azurkin, V.O., Polishchuk, I.S., & Mazur, V.A. (2011). [Productivity of maize hybrids depending on the density of stand for bioethanol production]. Transactions of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University, 8(48), 27–30 (in Ukrainian).

Balayev, A. D., & Pikovska, O. V. (2016). Vykorystannja solomy u vidnovlenni rodjuchosti g'runtiv [The use of straw in the restoration of soil fertility]. "CP Comprint", Kyiv (in Ukrainian).

Bomba, M., Dudar, I., & Lytvyn, O. (2013). Produktyvnist' gibrydiv kukurudzy zalezhno vid ploshhi zhyvlennja [Productivity of maize hybrids depending on the feeding area of plants]. Bulletin of Lviv National Agrarian University, 17(2), 64–67 (in Ukrainian).

Bykin, A. V., & Tarasenko, O. V. (2014). Vologozabezpechennja roslyn kukurudzy za vnesennja mineral'nyh dobryv i prjamoi' sivby [Moisture provision of corn plants by the application of mineral fertilizers and direct sowing]. Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet, 22, 133–137 (in Ukrainian).

Vitvitskyi, S. V. (2016). Gumifikacija roslynnyh reshtok i gnoju v chornozemah Lisostepu ta Stepu Ukrai'ny: monografija [Humification of plant residues and farmyaed manure in the chernozems of the Forest-Steppe and the Ukrainian Steppe: monograph]. Kyiv (in Ukrainian).

Vovkodav, V. V. (2001). Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannja sil's'kogospodars'kyh kul'tur (zernovi, krup'jani ta zernobobovi) [Technique of state strain testing of the agricultural crops (cereal crops, groats crops and pulse crops)]. Kyiv (in Ukrainian).

Ghen', S. P. (2011). Urozhajnist' zerna kukurudzy zalezhno vid system udobrennja i obrobitku g'runtu [Corn grain yield, depending on fertilizer and soil tillage systems]. Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone, 1, 117–121 (in Ukrainian).

Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [Field experiment technique]. Agropromizdat, Moscow (in Russian).

Dovban, K. I. (2009). Zelenoe udobrenie v sovremennom zemledelii [Green fertilizer in modern agriculture]. Belarusian Science, Minsk (in Russian).

Kepheli, V. I. (1973). Rost rastenij [Growth of plants]. Kolos, Moscow (in Russian).

Cooperman, F. M., & Andrienko, S. S. (1959). Fiziologija kukuruzy [Physiology of corn]. Moscow University, Moscow (in Russian).

Lebid, Y. M., Tsykov, V.S., Pashchenko, Y. M. (2008). Metodyka provedennja pol'ovyh doslidiv z kukurudzoju [Technique of conducting field experiments with corn]. Dnipropetrovsk (in Ukrainian).

Likhochvar, V. V. (2004). Roslynnyctvo [Plant growing]. Center for Educational Literature, Kyiv (in Ukrainian).

Maslak, O. (2013). Rynok kukurudzy: cinovi sjurpryzy [Corn market: price surprises]. Agribusiness today, 19, 12–13 (in Ukrainian).

Moskalenko, A. M. (2013). Ekonomichna efektyvnist' zastosuvannja solomy i syderativ dlja pidvyshhennja rodjuchosti g'runtu [The economic efficiency of using straw and green manure crops to increase the soil fertility]. Bulletin of Kharkiv NAU named after V. V. Dokuchaev, 11, 172–184 (in Ukrainian).

Moisienko, V.V. (2015). Priorytetnist' ta shljahy pidvyshhennja produktyvnosti zernovoi' ta sylosnoi' kukurudzy [Priority and ways to increase productivity of grain and silage corn]. Bulletin of ZHNAEU, 1, 190–200 (in Ukrainian).

Palamarchuk, V. D., Polishchuk, I. S., & Venediktov, O. M. (2011). Systemy suchasnyh intensyvnyh tehnologij u roslynnyctvi: navchal'nyj posibnyk [Systems of modern intensive technologies in crop production: manual]. Vinnytsia (in Ukrainian).

Palamarchuk, V. D., Mazur, V. A., & Zozulia, O. L. (2009). Kukurudza selekcija ta vyroshhuvannja gibrydiv: monografija [Corn Selection and Growing of Hybrids: monograph]. Vinnytsia (in Ukrainian).

Satanovska, I. P. (2013). Tryvalist' vegetacijnogo periodu riznostyglyh gibrydiv kukurudzy zalezhno vid biologichnyh preparativ ta pogodnyh umov [Duration of the vegetative period of different-ripening hybrids of maize depending on biological preparations and weather conditions]. Agro-industrial production of Polissia, 6, 148–152 (in Ukrainian).

Filonenko S. V. (2013). Formuvannja zernovoi' produktyvnosti kukurudzy za riznyh sposobiv osnovnogo obrobitku g'runtu [Formation of grain productivity of corn in different methods of basic soil tillage]. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 3, 56–60 (in Ukrainian).

Filiev, D. S., Tsykov, V. S., & Zolotov, V. I. (1980). Metodicheskie rekomendacii po provedeniju polevyh opytov s kukuruzoju [Methodical recommendations for conducting field experiments with corn]. Dnipropetrovsk (in Russian).

Shpar, I. D., Hinapp, K., & Kamenska, S. (2009). Kukurudza. Vyroshhuvannja, zbyrannja, konservuvannja i vykorystannja [Corn. Growing, harvesting, conservation and using]. Alfa-steviia LTD, Kyiv (in Ukrainian).

Shuvar, I. A. (2015). Vyrobnyctvo ta vykorystannja organichnyh dobryv: monografija [Production and use of organic fertilizers: monograph]. Symphony forte, Ivano-Frankivsk (in Ukrainian).

Shuvar, I. A., Berdnikov, O. M., Sendetskyi, V. M., Tsentylo, L. V., Bunchak, O. M. (2015). Syderaty v suchasnomu zemlerobstvi [Green manure crops in modern agriculture]. Symphony forte, Ivano-Frankivsk (in Ukrainian).