

УДК 631.43: 633.16

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.18>

ВПЛИВ УЩІЛЬНЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ВАЖКОСУГЛИНКОВОГО НА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ІНТЕНСИВНОГО ТА НАПІВІНТЕНСИВНОГО СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Уваренко К.Ю. – молодший науковий співробітник
лабораторії геоєкофізики ґрунтів,
Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

У статті наведено результати дослідження щодо вивчення впливу щільності будови орного шару чорнозему типового важкосуглинкового на параметри висоти, продуктивності стебел, значення коефіцієнта куціння та урожайності інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю ярого.

Метою досліджень є оцінити вплив рівнів ущільнення ґрунту на біометричні показники ячменю ярого та визначити оптимальні значення щільності будови чорнозему типового важкосуглинкового для підвищення врожайності сортів ячменю ярого різного типу інтенсивності.

Аналіз метеорологічних умов, зокрема за гідротермічним коефіцієнтом Селянинова (ГТК), показав, що умови вегетаційного періоду 2016 року характеризувалися як надмірно зволожені (ГТК=2,4), 2017 року – як посушливі (ГТК=1,3).

В умовах високої щільності будови (1,4 г/см³) спостерігалось запізнення появи сходів та вповільнення росту та розвитку рослин ячменю протягом вегетації, біометричні параметри культури закономірно знижувались. За середнього рівня щільності будови ґрунту (1,2 г/см³) сформувалась найбільша кількість продуктивних стебел та отримано найвищі значення коефіцієнтів куціння рослин. Установлено високий кореляційний зв'язок між кількістю продуктивних стебел та урожайністю ячменю ($r = 0,89$; $R^2 = 0,77$ для інтенсивного сорту та $r = 0,97$; $R^2 = 0,93$ напівінтенсивного сорту ячменю).

На основі моделювання рівнів ущільнення виявлено оптимальну щільність будови ґрунту, яка становить 1,2 г/см³, для отримання максимального урожаю ячменю (в надмірно вологих умовах – 4,5 т/га інтенсивного, 4,7 т/га – напівінтенсивного сортів, у посушливих – 1,8 та 1,8 т/га відповідно) в досліді. Зауважено істотне зниження урожайності за недостатньої кількості опадів – на 60% для досліджуваних сортів ячменю ярого. Регулювання щільності будови ґрунту під час посіву культури (створення прошарку щільністю 1,2 г/см³) дає можливість корегувати рівні елементів продуктивності та отримати максимальний урожай ячменю ярого.

Ключові слова: біометричні показники, продуктивні стебла, коефіцієнт куціння, продуктивність, сорт, щільність будови ґрунту, ячмінь ярий.

Uvarenko K. Yu. The influence of compaction of typical heavy loam chernozem on biometric indicators and productivity of intensive and semi-intensive varieties of spring barley

The density of the arable layer of soil for parameters of height, stalk productivity, tillering coefficient and yield of intensive and semi-intensive varieties of spring barley was researched.

The purpose of the research was to assess the impact of soil density levels on biometric indices of spring barley and determine the optimum values of bulk density to increase the yield of barley varieties of different types of intensity.

An analysis of meteorological conditions by the Selyaninov hydrothermal coefficient of (HMC) showed that the conditions of the vegetation period of 2016 were characterized as excessively humid (HMC = 2.4), in 2017 – it was arid (HMC = 1.3).

There was a delay in emergence and slowing down the growth and development of barley plants during the growing season, the biometric parameters of the crop naturally decreased under the conditions of high structure density (1.4 g/cm³). At the average level of soil structure density (1.2 g/cm³) the largest number of productive stems was formed, and the highest values of plant tillering coefficients were obtained. There is a high correlation between the number of productive stems and barley yield ($r = 0.89$; $R^2 = 0.77$ for intensive variety and $r = 0.97$; $R^2 = 0.93$ for semi-intensive barley variety).

Based on the modeling of compaction levels, the optimal density of soil structure was found, which is 1.2 g/cm³ to obtain the maximum yield of barley (in excessively humid conditions – 4.5 t/ha of intensive 4.7 t/ha – semi-intensive varieties, in arid – 1.8 and 1.8 t/ha, respectively) in the experiment. There was a significant decrease in yield due to insufficient moisture – by 60% for the studied varieties of spring barley. Adjusting the density of the soil structure during sowing (creating a layer with a density of 1.2 g/cm³) makes it possible to adjust the levels of productivity elements and get the maximum yield of spring barley.

Key words: biometric indicators, productive stalks, tilling coefficient, productivity, variety, soil density, spring barley.

Постановка проблеми. Нині особливо актуальним є питання забезпечення підвищення врожайності ячменю ярого як другої в Україні за обсягом виробництва зернової культури з високим потенціалом продуктивності. В сучасному сільськогосподарському виробництві неможливо досягнути максимальних урожаїв без регулювання фізичних показників, особливо щільності будови ґрунту. Цей показник істотно впливає на кореневу систему рослин, а через неї – й на розвиток надземної маси (появу сходів, біометричні показники) та врожай сільськогосподарських культур. Значної актуальності набуває дослідження реакції на ущільнення ґрунту саме різних за інтенсивністю сортів ячменю ярого, адже наразі сільгоспвиробники мають великий вибір сортів культури з різною реакцією на умови вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ячмінь ярий наразі є однією з найпоширеніших зернових культур продовольчого й фуражного значення у світі загалом і в Україні, зокрема. За статистичними даними в Україні переважають посіви ярого ячменю, які становлять 1 863,3 тис. га (із них 157,9 тис га – в Харківській області). За рівнем урожайності культури Україна займає 5 місце у світі (33,1 ц/га), зокрема 34,7 ц/га – в Харківській області [1]. Країна має достатньо великий потенціал у виробництві та експорті цієї культури, який потребує постійного вивчення. Особливо актуальним це стає за вирощування сортів ячменю ярого різного типу інтенсивності, які останнім часом широко використовуються в Лісостепу України.

Найрозповсюдженішими та найродючішими ґрунтами лісостепової частини України, на яких, зокрема, вирощують ячмінь ярий, є чорноземи типові. Ці ґрунти характеризуються глибоким гумусовим шаром, вираженою зернистою структурою, оптимальною щільністю будови, достатнім запасом поживних речовин. Водночас цей ґрунт є дуже чутливим до антропогенного втручання, внаслідок якого можуть проявлятися процеси деградації. Одним із таких процесів є переущільнення ґрунтів. Рівноважна щільність будови ґрунту в Лісостепу сягає 1,25–1,3 г/см³, що вже є верхньою межею оптимальної щільності для більшості сільськогосподарських культур [2, с. 196]. За такої щільності затримується поява сходів, ріст коренів, надходження до рослини елементів живлення, погіршується коефіцієнт корисної дії вологи тощо. За даними В.В. Медведєва, С.А. Балюка та ін. [3, с. 240; 4, с. 38–42] майже 40% орних ґрунтів України переущільнені в підорному шарі, а реальна небезпека переущільнення є майже на 22 млн га ріллі. Тому дослідження агрофізичних властивостей орного шару ґрунту (щільності будови та вологості) дійсно є на сьогодні надзвичайно актуальними, зокрема, через великий антропогенний прес передусім у посівному й підпосівному прошарках ґрунту. Висока піддатливість до переущільнення пов'язана не тільки із природними властивостями дослідженого чорнозему, але і з використанням сучасної важкої техніки та зміною кліматичних умов.

Згідно з дослідженнями вітчизняних та закордонних учених [5, с. 80–82; 6, с. 376; 7, с. 329–334] ущільнений ґрунт негативно впливає на потоки повітря та води, параметри вологості та поживних речовин, обмежує кількість коренів

рослин та їх розвиток та пригнічує поглинання поживних речовин, через що знижується урожайність культури. Крім погіршення характеристик ґрунту, ущільнення також послаблює рослини ячменю у стійкості до хвороб та знижує конкуренцію культури з бур'янами через більшу пристосованість останніх до умов надмірного ущільнення [8, с. 75–82]. Довгострокові дослідження E. Reintam та ін. [9, с. 265–272] свідчать про зменшення кількості пагонів ячменю ярого, його фітомаси та врожайності зерна за надмірного ущільнення ґрунту на більш як 50% порівняно з оптимальною щільністю будови. M.F. Nawaz [10, с. 291–309] у своїх дослідженнях указує на деформацію коренів, затримку росту пагонів, пізніе проростання (на 70%), низьку схожість та зниження продуктивності культури внаслідок збільшення ущільнення ґрунту (з 1,3 до 1,8 г/см³). У дослідженнях Trükmann, K. & Reintam E. [11, с. 101–108] максимальне зниження висоти та маси пагонів, маси кореневої системи ячменю ярого відбувалося також через ущільнення ґрунту. Виявлено сильну негативну лінійну кореляцію між біомасою та щільністю будови ґрунту (зменшення становило 2,3% на 0,01 мг/м³).

Постановка завдання. Мета статті – оцінити вплив рівнів ущільнення ґрунту на біометричні показники ячменю ярого та визначити оптимальні значення щільності будови чорнозему типового важкосуглинкового для підвищення урожайності сортів ячменю ярого різного типу інтенсивності.

Тимчасові польові дрібноділянкові досліді проведено впродовж 2016–2017 рр. у межах Державного підприємства дослідного господарства «Граківське» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» в с. Новий Коротич Харківського району Харківської області. Ґрунтовий покрив території дослідження представлено чорноземом типовим вилугованим малоґумусним важкосуглинковим на лесоподібному суглинку. Вихідні показники ґрунту в шарі 0–30 см такі: вміст фізичної глини (сума фракцій <0,01 мм) становить 52,7%; вміст гумусу за Тюріним (за ДСТУ 4289:2004) – 3,58%; рН водний (за ДСТУ 7862:2015) та сольовий (за ДСТУ 7910:2015) – відповідно 7,6 та 6,5; вміст мінерального азоту (за ДСТУ 4729:2007) – 12,85 мг/кг ґрунту; вміст рухомих сполук фосфору й калію за Чириковим (за ДСТУ 4115:2002) – відповідно 219,27 та 225,94 мг/кг ґрунту. Згідно з чинною градацією (Греков В.О та ін., 2011) ґрунт має низький рівень забезпеченості загальним азотом, високий – за вмістом доступного фосфору та калію. За роки досліджень середня температура за вегетаційний період ячменю ярого коливалась від (+17,6) °С у 2016 р. до (+16,1) °С у 2017 р. за середніх багаторічних показників (+16,9) °С. Кількість опадів за вегетаційний період становила відповідно 512,7 та 211,2 мм за середньобагаторічної норми – 235 мм. Загалом, умови вегетаційного періоду 2016 року характеризувались як надмірно зволожені (ГТК=2,4), 2017 року – як посушливі (ГТК=1,3).

У досліді вивчали три рівні ущільнення ґрунту: 1,0 г/см³ – низький рівень; 1,2 г/см³ – середній рівень та 1,4 г/см³ – високий рівень. Дослідна культура – ячмінь ярий (*Hordeum vulgare L.*) інтенсивного (Взірець) та напівінтенсивного (Здобуток) сортів вітчизняної селекції. Повторність – триразова, розміщення варіантів – систематичне. Площа ділянок – 1 м². Перед закладкою досліді, восени 2015 року на ділянці проведено оранку на глибину 25–30 см. Задані параметри щільності будови ґрунту змодельовано в шарі 0–25 см до сівби вручну за допомогою металевого ущільнювача методом трамбування. В наступному році посів здійснювали попередньо відновивши задані рівні ущільнення ґрунту.

Упродовж вегетації ячменю ярого проведено фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин: зафіксовано дати появи сходів, визначено висоту

рослин, кількість продуктивних стебел (із колоссям), проведено облік урожаю за масою зерна й соломи. За результатами вимірювань розраховано продуктивну куцистість (за відношенням кількості пагонів із колоссям до загальної кількості рослин з однієї ділянки) та коефіцієнт куціння (як частка від ділення всієї кількості пагонів із колоссям на загальну кількість рослин з однієї ділянки).

Виклад основного матеріалу дослідження. Внаслідок досліджень виявлено негативний вплив ущільнення ґрунту на проростання рослин ячменю ярого: щільність будови ґрунту на рівні 1,4 г/см³ призводила до запізнення появи сходів для обох сортів ячменю ярого на три дні порівняно з низьким (1,0 г/см³) та середнім (1,2 г/см³) рівнем щільності будови ґрунту та уповільнювала ріст та розвиток рослин протягом вегетації.

Найвищі рослини ячменю ярого – 80 та 94 см – для інтенсивного та напівінтенсивного сортів за період досліджень сформувались на варіантах щільності будови ґрунту на рівні 1,2 г/см³ (табл. 1). У середньому висота рослин інтенсивного сорту була на 12% меншою порівняно з рослинами напівінтенсивного сорту. Тенденція до збільшення висоти рослин на варіантах із середнім рівнем щільності будови простежувалась протягом усієї вегетації ячменю.

Таблиця 1

Вплив ущільнення орного шару ґрунту на біометричні показники рослин ячменю ярого

Щільність будови, г/см ³	Висота рослин, см		Кількість продуктивних стебел, шт/м ²		Коефіцієнт куціння	
	1	2	1	2	1	2
2016 рік						
1	87	106	691	563	1,54	1,09
1,2	88	93	679	593	1,51	1,32
1,4	80	86	675	491	1,5	1,25
<i>НІР₀₅</i> для фактору А для фактору В	3,83 4,69		7,62 9,33		0,03 0,03	
2017 рік						
1	69	83	538	460	1,18	1,02
1,2	73	88	545	463	1,21	1,03
1,4	68	78	530	460	1,2	1,02
<i>НІР₀₅</i> для фактору А для фактору В	3,15 3,86		13,21 16,18		0,02 0,03	
в середньому за роки досліджень						
1	78	94	614	511	1,36	1,05
1,2	80	90	612	528	1,36	1,17
1,4	74	82	602	475	1,34	1,13
<i>НІР₀₅</i> для фактору А для фактору В	2,85 3,49		7,27 8,90		0,02 0,02	

Примітка: фактор А – сорт (1 – інтенсивний сорт, 2 – напівінтенсивний сорт); фактор В – щільність будови ґрунту.

У науковій літературі [12, с. 22–24; 13, с. 43–44] зазначається, що підвищення продуктивності ячменю ярого також залежить і від густоти стояння рослин, адже зріджені посіви є низкопродуктивними, а надто загущені внаслідок високої конкуренції за умови освітлення, зволоження та живлення є нездатними забезпечити високу врожайність культури. На ущільнених варіантах сформувалась найменша кількість продуктивних стебел на 1 м² та знаходилась на рівні 602 та 475 шт/м² у середньому за роки досліджень для інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю. За середнього ж рівня щільності будови ґрунту (1,2 г/см³) сформувалась найбільша кількість продуктивних стебел (614 та 511 шт/м²) в інтенсивного та напівінтенсивного сортів.

Розрахунок коефіцієнту кушіння ячменю ярого показав, що найвище його значення для інтенсивного сорту (1,36) отримано за низького та середнього рівня щільності будови, найменше (1,34) – зафіксовано на ущільнених варіантах (1,4 г/см³). Для напівінтенсивного сорту максимальне значення цього показника (1,17) зафіксовано за середнього рівня щільності будови, найменше (1,05) – за низького рівня щільності.

Умови вологозабезпечення також відіграють важливу роль у формуванні продуктивності сортів ячменю ярого. Помічено зниження біометричних показників вирощуваної культури в посушливих умовах, котрі склались у 2017 р. (де кількість опадів була на 59% меншою проти даних 2016 р. та на 10% меншою за багаторічні дані) проти надмірно зволжених умов 2016 р. (кількість опадів у якому становила на 118% менше за багаторічні дані). За вирощування культури за середнього рівня щільності будови ґрунту кількість продуктивних стебел знижувалась в умовах недостатнього зволоження: на 20% та 22% для інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю. Коефіцієнт кушіння за аналогічних умов знижувався на 13% та 14% для інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю.

У процесі регресійного аналізу встановлено досить високий кореляційний зв'язок між кількістю продуктивних стебел та врожайністю ячменю: коефіцієнти кореляції (r) та детермінації (R^2) становили відповідно 0,89 та 0,77 – для інтенсивного сорту; 0,97 та 0,93 – для напівінтенсивного сортів ячменю ярого. Під час досліджень побудовано рівняння регресії для інтенсивного (1) та напівінтенсивного (2) сортів:

$$Y = -13,9363 + 0,0824 \cdot X; \quad (1)$$

$$Y = -6,4239 + 0,0929 \cdot X; \quad (2)$$

де Y – урожай, ц/га; X – кількість продуктивних стебел, шт./м².

Численними дослідженнями доведено суттєвий вплив щільності будови ґрунту на врожайність сільськогосподарських культур [14, с. 82–85; 15, с. 19–22; 16, с. 7–15]. Зростання параметрів цього показника погіршує накопичення вологи та використання її рослинами з орного й кореневмісного шару ґрунту, негативно позначається на подальшому рості та розвитку рослин, знижує біологічну активність ґрунту, призупиняє процеси переходу важкодоступних елементів мінерального живлення в доступні, ускладнюючи пересування поживних речовин у кореневій системі рослин. Це підтверджують і наші попередні дослідження [17, с. 46–55; 18, с. 76–81].

Установлено вплив щільності будови дослідженого ґрунту на врожайність сортів ячменю ярого (рис. 1).

Помічено, що за щільності будови ґрунту на рівні 1,2 г/см³ отримано найбільший урожай ячменю ярого, як у надмірно вологих умовах (4,5; 4,7 т/га інтенсивного та напівінтенсивного сортів), так і в посушливих (1,8; 1,8 т/га відповідно).

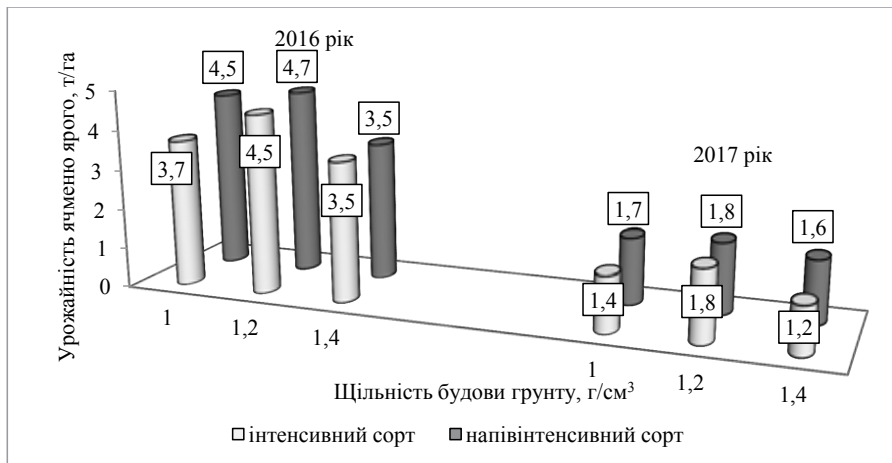


Рис. 1. Вплив щільності будови ґрунту на урожайність сортів ячменю ярого

Підвищення ущільнення ґрунту з 1,2 до 1,4 г/см³ сприяло зниженню врожайності інтенсивного сорту на 22% в надмірно вологих умовах та на 33% в посушливих умовах, напівінтенсивного сорту – на 25% та 11% відповідно.

Досліджені фітотричні показники у процесі формування урожаю пов'язані з умовами вирощування ячменю (з агрофізичними умовами посівного шару, з умовами зволоження, з підбором сорту вирощуваної культури). Тож у нашому разі регулювання щільності будови ґрунту під час посіву ячменю ярого практично дозволяє корегувати рівні елементів продуктивності (кількість продуктивних стебел, коефіцієнт кушіння тощо), регулюючи, таким чином, й урожайність вирощуваних сортів культури.

Висновки і пропозиції. За результатами експериментальних досліджень за високої щільності будови (1,4 г/см³) установлено запізнення появи сходів, уповільнення росту та розвитку рослин ячменю протягом вегетації порівняно з низьким (1,0 г/см³) та середнім (1,2 г/см³) рівнем щільності будови ґрунту. За середнього рівня щільності будови ґрунту (1,2 г/см³) сформовано найбільшу кількість продуктивних стебел та отримано найвищі значення коефіцієнтів кушіння рослин. Установлено кореляційну залежність між кількістю продуктивних стебел та урожайністю ячменю ($r=0,89$ для інтенсивного сорту та $r=0,97$ для напівінтенсивного сорту). Регулювання щільності будови ґрунту під час посіву культури (створення прошарку щільністю 1,2 г/см³) дає можливість корегувати рівні елементів продуктивності та отримати максимальний урожай до 4,5; 4,7 т/га інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю ярого.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сільськогосподарські культури. Статистичні дані. Київ, 2017. URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC> (дата звернення: 12.10.2018 р.).
2. Оптимальні фізичні властивості посівного шару ґрунту як агровимоги до передпосівного обробітку (наукове видання) / В.В. Медведєв та ін. Харків : ТОВ «Смуґаста типографія», 2016. 196 с.
3. Балюк С.А., Медведєв В.В. Стратегія збалансованого використання, відтворення й управління ґрунтовими ресурсами України / за наук. ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва. Київ : Аграрна наука, 2012. 240 с.

4. Балюк С.А., Медведєв В.В., М.М. Мірошніченко, Скрильник Є.В. Екологічний стан ґрунтів України. *Український географічний журнал*. 2012. № 2. С. 38–42.
5. Вербов Б.Н. Влияние плотности почвы на рост и развитие некоторых с.-х. культур на выщелоченных черноземах. *Труды Кубанского сельскохозяйственного института*. 1968. Вып. 17. С. 80–82.
6. Господаренко Г.М. Агрохімія : підручник. Київ : СІК ГРУП Україна, 2015. С. 376.
7. Kuht J., Reintam E., Edesi L. Influence of subsoil compaction on soil physical properties and on growing conditions of barley. *Agronomy Research*. 2012. Vol. 10. № 1–2. P. 329–334.
8. Kuht J., Reintam E. Influence of soil compaction on the nutritional condition of barley and weeds. *Trans. EAU 208*. 2000. P. 75–82.
9. Reintam E., Kuht J., Trükmann K., Nugis E. Soil compaction effect on soil bulk density and penetration resistance and growth of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Soil and Plant Science*. 2009. Vol. 59. P. 265–272.
10. Nawaz M.F., Bourrié G., Trolard F. Soil compaction impact and modelling. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2013. Vol. 33. P. 291–309. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0071-8>
11. Effect of soil compaction on growth of narrow-leaved lupine, oilseed rape and spring barley on sandy loam soil / K. Trükmann et al. *Agronomy Research*. 2008. Vol. 6. № 1. P. 101–108.
12. Бомба М.Я., Бомба М.І., Коцупир Д.П., Іваницький Б.Н. Формування врожаю ярого ячменю в Україні. *Зернові культури*. 2001. № 2. С. 22–24.
13. Ярцев Г.Ф., Бадреев Р.М. Нормы высева разных сортов ярового ячменя. *Земледелие*. 2007. № 5. С. 43–44.
14. Тимошенко Г.З., Коваленко А.М., Новожижній М.В., Шепель А.В. Вплив щільності складення ґрунту на урожайність сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 82–85.
15. Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Матвеев А.Г. Влияние типа почвы и её плотности на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. *Земледелие*. 2017. № 2. С. 19–22.
16. Зубарев Ю.Н., Субботина Я.В., Кучукбаев Э.Г. Влияние различных комплексов обработки почвы на ее агрофизические свойства и урожайность ячменя. *Пермский аграрный вестник*. 2016. № 1(13), С. 7–15.
17. Уваренко Е.Ю. Влияние плотности сложения черноземной почвы на минеральное питание различных по интенсивности сортов ячменя ярового. *Почвоведение и агрохимия*. 2019. № 2(63). С. 46–55.
18. Уваренко К.Ю. Вплив ущільнення та удобрення ґрунту на використання елементів живлення і продуктивність ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8. С. 76–81. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-11> .