

УДК 631.43

Ріст та продуктивність кореневої системи сільськогосподарських культур залежно від агрофізичних характеристик ґрунту

С.І. Криlach

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 29.05.2019 Отримано після доопрацювання 16.07.2019 Затверджено до друку 19.08.2019 Доступно онлайн 01.09.2019	Представлено результати модельних вегетаційних дослідів з вивчення впливу агрофізичних характеристик ґрунту в межах посівного шару, а саме структурного складу та щільності будови, на розвиток кореневої системи сільськогосподарських культур. Метою роботи є дослідження впливу параметрів щільності будови та структурного складу ґрунту на параметри кореневої системи сільськогосподарських культур. Застосовано аналітичний, вегетаційний та математико-статистичний методи досліджень. Доведено, що фізичні параметри ґрунту істотно впливають на розвиток кореневої системи рослин. Виявлено тенденцію до погіршення стану та якості кореневої системи досліджуваних культур за збільшення розміру структурних агрегатів у посівному шарі ґрунту, що призвело до зниження коефіцієнту продуктивності кореневої системи в цілому. Виявлено, що високий рівень ущільнення піднасінового прошарку ґрунту, порівняно із низьким та середнім рівнями, призводить до погіршення розвитку кореневої системи сільськогосподарських культур. Відмічено лінійну залежність: зменшення довжини кореневої системи відбувається за збільшення рівня ущільнення ґрунту. Відмічався негативний вплив як високого, так і низького рівнів ущільнення піднасінового прошарку ґрунту на діаметр коренів рослин, особливо пшениці ярої. Суттєве зниження діаметру коренів рослин кукурудзи та проса констатовано лише за ущільненого піднасінового прошарку ґрунту. Високий рівень ущільнення піднасінового прошарку ґрунту обумовив зменшення загального об'єму кореневої системи всіх досліджуваних культур, а також кількості та довжини кореневих волосків, що негативно впливає на здатність рослин засвоювати поживні елементи та вологу з ґрунту.
<i>Ключові слова:</i> <i>ґрунт;</i> <i>коренева система;</i> <i>посівний шар ґрунту;</i> <i>сільськогосподарські культури;</i> <i>структурний склад;</i> <i>щільність будови.</i>	

E-mail: svetlana.krylach@gmail.com

Форма цитування: Криlach С.І. Ріст та продуктивність кореневої системи сільськогосподарських культур залежно від агрофізичних характеристик ґрунту. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 88. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". 2019. С. 68-73. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-09>.

1. Вступ

У сучасному сільськогосподарському виробництві неможливо отримати високі врожаї без регулювання агрофізичних характеристик ґрунту, а особливо щільності будови та структурного складу, та підтримання їх на оптимальному рівні. Численними дослідженнями встановлено [1, 2, 3], що агрофізичні характеристики ґрунту є одними із основних чинників, що впливають на ріст, глибину проникнення і розвиток коренів рослин, що і визначає, в кінцевому результаті, врожайність.

Параметрами структурного складу ґрунтових горизонтів обумовлюються можливість проникнення коренів рослин на певну глибину, водно-повітряний, тепловий, та мікробіологічний режими ґрунту, характер надходження елементів живлення у ґрунт, а з ґрунту – в рослини. Натомість, опрацюванням численної вибірки даних для ґрунтів різних типів, показано, що від розміру макроагрегатів ґрунту не залежить його польова вологоємність [4]. Але безструктурні ґрунти, як правило, є бідними на органічні речовини та доступні сполуки азоту і є менш продуктивними [5].

Експериментально доведено, що за переущільнення ґрунтів погіршується поживний режим, умови мінерального живлення рослин та ускладняється використання елементів живлення рослинами з ґрунту [6]. Відбувається порушення механізму поглинання і транспірації поживних речовин коренями, доставки й подачі їх кореневою системою до надземних органів рослин, у результаті – знижується врожайність. Доведено, що між щільністю будови ґрунту та його вологоємністю існує тісний обернений зв'язок [4], що обумовлено зменшенням об'єму корисних пор. Послаблення здатності ґрунту утримувати вологу призводить до погіршення його біологічного режиму, а також обумовлює зміну морфології коренів і послаблення їх здатності проникати вглиб ґрунту. У рослин на ущільненому ґрунті помічено зменшення площі загальної поверхні коренів і площі їхнього контакту з ґрунтом.

Дослідженнями С.І. Зінченка [7] встановлено, що розповсюдження кореневої системи у період колосіння зернових культур залежить від щільності будови ґрунту. Відмічається збільшення маси коренів зі зниженням щільності будови ґрунту у межах орного шару.

В Україні впродовж багатьох років у різних природних зонах проведено багато досліджень у стаціонарних умовах, узагальнення результатів яких демонструє не лише погіршення живлення рослин на переущільненому ґрунті, але й суттєві втрати врожаю [8].

Отже, агрофізичні характеристики ґрунту, а саме структурний склад та щільність будови – це ключові індикатори, що обумовлюють інші властивості та режими. Погіршення фізичних властивостей веде до зниження здатності рослин засвоювати вологу та поживні елементи із ґрунту, що негативно впливає на їхній розвиток і призводить до зменшення урожаїв сільськогосподарських культур.

Незважаючи на великий інтерес дослідників до фізичних властивостей ґрунту та їх значущості, актуальним залишається питання вивчення впливу параметрів структури та щільності будови окремих частин посівного шару ґрунту на параметри кореневої системи рослин.

Мета роботи – виявити вплив параметрів структурного складу та щільності будови ґрунту на параметри кореневої системи сільськогосподарських культур.

2. Об'єкти і методи досліджень

Для виявлення впливу щільності будови та структурного складу ґрунту на розвиток кореневої системи рослин було проведено серію вегетаційних дослідів. Досліджували три польові культури: кукурудза (гібрид Моноліт МВ), яра пшениця (сорт Харківська-30) та просо (сорт Слобожанське). Ґрунтову масу для досліджень було відібрано з орного шару чорнозему типового малогумусного важкосуглинкового на лесоподібному суглинку з такими параметрами: рН сольовий – 6,2; загальний уміст гумусу – 5,1 %; вміст рухомого фосфору та калію (за Чиріковим) – відповідно 253 та 472 мг/кг ґрунту.

Веgetаційні досліді було закладено у пластикових посудинах ємністю 5 дм³ у трикратному повторенні. У першому досліді вивчали вплив структурного складу ґрунту на проростання, ріст та розвиток кореневої системи культур. Ґрунт для досліді було просіяно крізь сита з певним розміром отворів і таким чином створено три варіанти структурного складу ґрунту: 0,5-3; 3-10 та 10-20 мм. Пластикові посудини були повністю заповнені ґрунтовою масою з такими параметрами структури.

У другому досліді було створено різну щільність будови у піднасіньовому прошарку ґрунту; досліджувані рівні щільності будови ґрунту становлять три варіанти у схемі досліді: низький (<1,1 г/см³), середній (1,1-1,3 г/см³) і високий (>1,3 г/см³). Параметри щільності будови ґрунту визначали згідно з ДСТУ ISO 11272-2001 [9]. На ущільнений шар було розміщено попередньо зволожені насіння, і прикрито зверху шаром ґрунту (наднасіньовий шар), вирівняного за структурним складом (з розміром агрегатів від 0,25 до 10 мм). Потужність наднасіньового шару залежала від стандартної глибини посіву сільськогосподарської культури: для кукурудзи – 6-7 см, для ярої пшениці та проса – 4-5 см.

Полив рослин в обох дослідідах здійснювали через скляну трубку, щоб вода надходила знизу. Досліджувані рівні зволоження – частка від найменшої вологості (НВ): високий (1,0 НВ), середній (0,75 НВ) і низький (0,5 НВ). За НВ прийнято 41 % – середню польову вологості чорнозему типового малогумусного важкосуглинкового в орному шарі, розраховану з використанням бази даних [10] з вибірки у межах Харківської області.

Дослідження параметрів кореневої системи рослин проводили у фазі появи у рослин 4-го листка. Стан кореневої системи рослин контролювали за параметрами довжини і діаметру коренів, використовуючи метод прямого вимірювання; коефіцієнт продуктивності кореневої системи розраховували за формулою Н.З. Станкова [11] як відношення маси надземної частини рослини до маси коренів.

Математичну та статистичну обробку результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу, для побудови графічних ілюстрацій було використано спеціальну програму О.О. Єгоршина та М.В. Лісового для обробки багатофакторних дослідів [12].

3. Результати досліджень

3.1. Вплив структурного складу ґрунту на розвиток кореневої системи сільськогосподарських культур (дослід №1)

В результаті проведених досліджень встановлено зв'язок між розвитком кореневої системи сільськогосподарських культур та структурним складом посівного шару ґрунту. Відмічено тенденцію до збільшення довжини коренів та зменшення їх діаметрів за збільшення розміру структурних агрегатів ґрунту від 0,5 до 20,0 мм (Рис. 1). Очевидно, що це може призвести до обривання молодих коренів у процесі зволоження та висихання ґрунту.

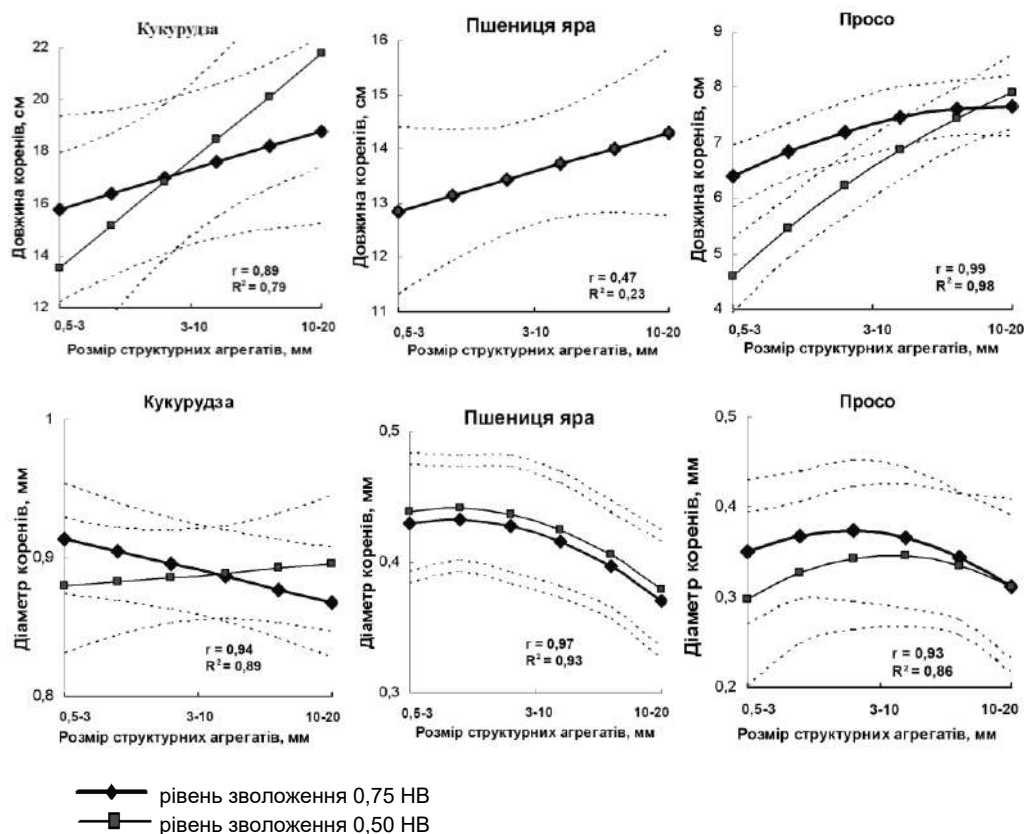


Рис. 1. Вплив структурного складу ґрунту на показники кореневої системи рослин (дослід №1)

Разом з тим виявлено, що значення коефіцієнту продуктивності коренів, який характеризує продуктивність роботи кореневої системи та вимірюється як відношення надземної маси рослини до маси кореневої системи, залежить від розміру структурних агрегатів у посівному шарі ґрунту (Рис. 2).

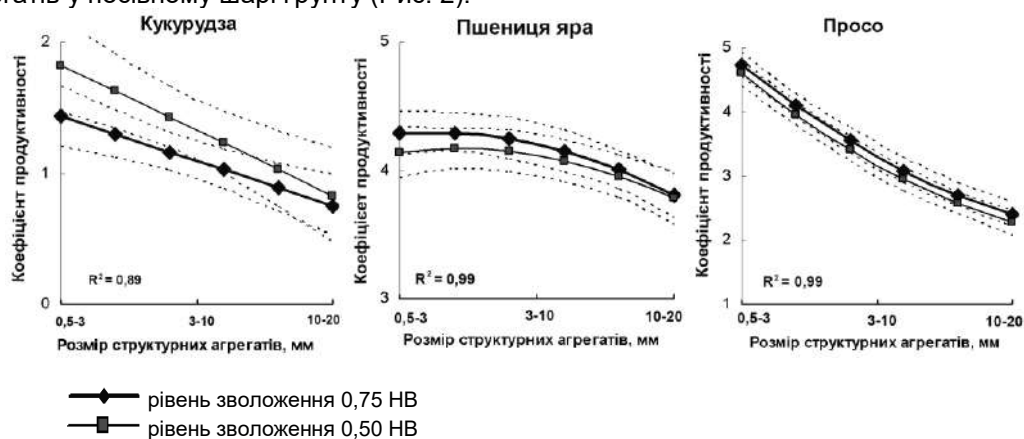


Рис. 2. Вплив структурного складу ґрунту на коефіцієнт продуктивності кореневої системи вирощуваних культур (дослід №1)

Виявлено тенденцію до зниження коефіцієнту продуктивності коренів кукурудзи та проса за збільшення розміру структурних агрегатів у насіннєвому прошарку ґрунту. Для рослин пшениці ярої чіткої залежності не відмічалось, але спостерігалось зниження продуктивності коренів за розміру структурних агрегатів ґрунту 10-20 мм.

3.2. Вплив щільності будови ґрунту на розвиток кореневої системи сільськогосподарських культур (дослід №2)

У ході досліджень виявлено погіршення розвитку кореневої системи за ущільненого піднасіньового прошарку ґрунту порівняно з низьким та середнім рівнями ущільнення (Рис. 3). Відмічалась тенденція до зменшення довжини кореневої системи за збільшення рівня ущільнення ґрунту, як за середніх так і мінімальних значень зволоження.

У результаті проведення досліджень виявлено, що на діаметр коренів досліджуваних культур у фазу появи у рослин 4-го листка щільність будови ґрунту у піднасіньовому прошарку, штучно створена на час сівби, впливає по-різному. Зниження діаметру коренів пшениці констатовано як за низького, так і високого рівнів ущільнення, а кукурудзи та проса – лише за високого рівня.

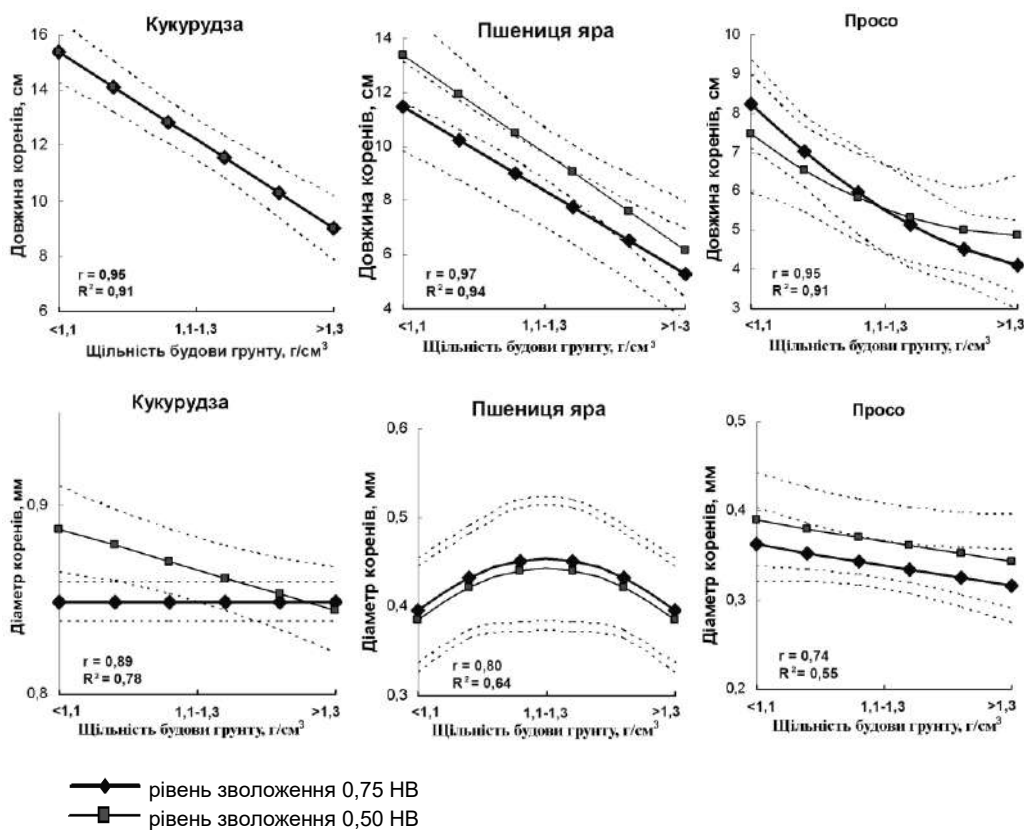


Рис. 3. Вплив щільності будови піднасіньового прошарку ґрунту на довжину та середній діаметр коренів рослин (дослід №2)

Таким чином, залежно від щільності будови чорнозему типового важкосуглинкового формувалася різна за морфологічними ознаками та продуктивністю коренева система зернових культур (Рис. 4).



Рис. 4. Коренева система молодих рослин, вирощених за різного рівня щільності будови (g/cm^3) ґрунту у піднасіньовому прошарку (фото автора)

Надмірне ущільнення піднасіньового прошарку ґрунту ($>1,3 \text{ g/cm}^3$) призвело до зменшення загального об'єму коренів рослин, а також кількості та довжини корених волосків, порівняно із розпушеним та помірно ущільненим, що негативно впливало на поглинання води із ґрунту. Слід зазначити, що більша густина коренів у чорноземних

ґрунтах сприяє більшому поглинанню ґрунтової вологи рослинами, оскільки корінь споживає вологу лише із тонкого шару прилегло до нього ґрунту [13].

Однак, негативні кількісні зміни у морфології коренів частково компенсуються посиленням їхньої продуктивності (Рис. 5).

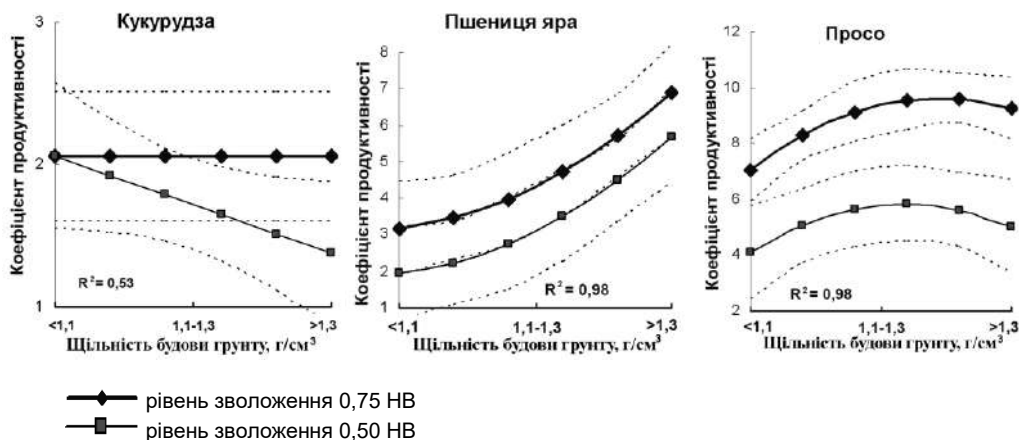


Рис. 5. Залежність коефіцієнту продуктивності коренів вирощуваних культур від ущільнення піднасінного прошарку ґрунту

Зі збільшенням параметрів щільності ґрунту від низького до високого рівня констатовано збільшення коефіцієнта продуктивності кореневої системи пшениці ярої та проса, що, на нашу думку, пояснюється здатністю рослин до адаптації. Тобто, в ущільненому ґрунті коренева система прагне свої невеликі розміри компенсувати підвищенням фізіологічної активності.

4. Висновки

Доведено, що агрофізичні характеристики ґрунту – структурний стан, щільність будови і вологість істотно впливають на параметри кореневої системи кукурудзи, пшениці ярої та проса на перших етапах розвитку.

Виявлено тенденцію до погіршення стану та якості кореневої системи досліджуваних культур зі збільшенням розміру структурних агрегатів у посівному шарі ґрунту – спостерігається зменшення діаметра та збільшення довжини коренів, що може призвести до обривання молодих корінців у процесі зволоження-висихання ґрунту. В цілому констатовано тенденцію до зниження коефіцієнту продуктивності кореневої системи за збільшення розміру структурних агрегатів у посівному шарі ґрунту.

Виявлено погіршення розвитку і зменшення довжини кореневої системи за ущільненого піднасінного прошарку ґрунту порівняно із розпушеним та помірно ущільненим. Відмічався негативний вплив як високого, так і низького рівнів ущільнення піднасінного прошарку ґрунту на діаметр коренів сільськогосподарських культур, особливо для пшениці ярої. Суттєве зниження діаметру коренів кукурудзи та проса констатовано лише за ущільненого піднасінного прошарку ґрунту.

Високий рівень ущільнення піднасінного прошарку ґрунту обумовив зменшення загального об'єму кореневої системи всіх культур, а також кількості та довжини кореневих волосків, що негативно впливає на здатність рослин засвоювати поживні елементи та вологу з ґрунту. Констатовано збільшення коефіцієнта продуктивності кореневої системи пшениці ярої та проса за підвищення рівня ущільнення ґрунту від розпушеного до ущільненого, що на нашу думку, пояснюється здатністю рослин до адаптації.

Подяка: Щиро вдячна співробітникам лабораторії геоєкофізики ґрунтів ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» за допомогу в проведенні досліджень.

Список використаних джерел

1. Медведєв В.В. Физические свойства и обработка почв в Украине. Харьков: Городская типография, 2013. 224 с.
2. Soil compaction-induced changes of physicochemical properties of cereal roots / A. Szatanik-Kloca, R. Hornb, J. Lipiec [et al.]. *Soil and Tillage Research*. Vol. 175. January 2018. P. 226-233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.08.016>.

3. Тимошенко Г.З., Коваленко А.М., Новохижній М.В., Шепель А.В. Вплив щільності складення ґрунту на урожайність сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Зрошуване землеробство». 2016. Вип. 66. С. 82–85.

4. О закономерных связях между гидрофизическими и общими физическими свойствами почв. / Т.Н. Лактионова, В.В. Медведев, О.Н. Бигун [и др.]. *Агрохимия и почвоведение*. Межвед. тем. научн. сборник. Вып. 67. Харьков: ННЦ "ИПА им. А.Н. Соколовского". 2007. С. 42-53.

5. *Культиасов И.М.* Экология растений. Москва: Изд-во Московского университета, 1982. 380 с.

6. 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: 10.31073/agrovisnyk201808-11

7. Зинченко С.И. Особенности развития корневой системы зерновых культур. *Земледелие*, 2015. № 6. С. 32-35 URL: <http://juzzemledelie.ru/arkhiv-nomerov/6-2015/512-osobennosti-razvitiya-kornevoj-sistemy-zernovykh-kultur>.

8. Medvedev V.V., Lyndina T.E., Laktionova T.N. Impact of compaction on soil nutrient state – Ukrainian experience. Proc. 3rd Workshop INCO COPERNICUS Concerted Action "Experiences with the impact of subsoil compaction on soil nutrients, crop growth and environment, and ways to prevent subsoil compaction". Buzeni-Romania, June 14-18, 2001. Bucuresti: Estalia, 2002. P. 163-171.

9. *Якість ґрунту*. Визначання щільності складення на суху масу (ISO 11272:1998, IDT): ДСТУ ISO 11272–2001. [Чинний від 2003–07–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 15 с.

10. База данных «Свойства почв Украины» (структура и порядок использования). / Т.Н. Лактионова, В.В. Медведев, К.В. Савченко [и др.] Изд. 2-ое. Харьков: ЦТ №1, 2012. 150 с.

11. *Станков Н.З.* Корневая система полевых культур. Москва: Колос, 1964. 280 с.

12. *Єгоршин О.О., Лісовий М.В.* Планування і математична обробка багатofакторних дослідів. Харків: Міська друкарня, 2009. 32 с.

13. *Шейн Е.В.* Доступность влаги для растений в почвах различного гранулометрического состава. *Биологические науки*. 1982. № 5. С. 90-94.

UDC 631.43

Growth and productivity of the agricultural crops root system depending on soil agrophysical characteristics

S.I. Krylach

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine
E-mail: svetlana.krylach@gmail.com

The results of model vegetation experiments on the study of the influence of soil agrophysical characteristics within the sowing layer, namely structural composition and bulk density, on the development of the root system of agricultural crops are presented. The purpose of the work is to study the influence of parameters of bulk density and structural composition of soil on the development of the root system of agricultural crops. Analytical, vegetative and mathematical-statistical methods of research have been applied. It has been proved that the agrophysical parameters of the soil significantly affect the development of the root system of agricultural crops. The tendency to deterioration of the condition and quality of the root system of the studied cultures has been established due to the increase in the size of structural aggregates in the seed layer of the soil, which led to a decrease in the productivity coefficient of the root system as a whole. It has been revealed that high level of compaction of the sub-seed layer of soil, compared to low and middle levels, leads to deterioration of root system of agricultural crops development. The linear dependence of the reduction of the length of the root system on increasing the level of soil compaction has been noted. There was a negative influence of both high and low levels of the sub-seed layer of soil on the diameter of the roots of crops, especially for wheat plants. Significant decrease in the diameter of the roots of corn and millet plants is established only for the compacted sub-seed layer of soil. The high level of compaction of the sub-seed layer of soil caused a decrease in the total volume of the root system of all crops, as well as the number and length of root hairs, which adversely affects the ability of plants to absorb nutrients and moisture from the soil.

Keywords: agricultural crops; root system; soil; soil bulk density; sowing layer; structural composition.

Citing: Krylach S.I. 2019. Growth and productivity of the agricultural crops root system depending on soil agrophysical characteristics. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 88. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 68-73. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-09>.