

Розділ 1

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ І СИРОВИНИ

УДК 631.343

ВПЛИВ МІНІМІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЙОГО ЩІЛЬНІСТЬ, РОЗВИТОК РОСЛИН ТА ВРОЖАЙНІСТЬ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ

Василь Думич¹, Олег Крунич², к. т. н., Петро Сивулька², аспірант

¹Львівська філія УкрНДДПВТ ім. Л. Погорілого,
вул. Л. Мартовича, 15, смт Магерів, Жовківський р-н, Львівська обл., Україна,
e-mail: lfilia@ukr.net

²Львівський національний аграрний університет,
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівський р-н, Львівська обл., Україна,
e-mail: krupycholeh@gmail.com

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2021.25.005>

Думич В., Крунич О., Сивулька П. Вплив мінімізації обробітку ґрунту на його щільність, розвиток рослин та врожайність льону-довгунця

Під час дослідження визначали щільність ґрунту, густоту стеблостою, висоту рослин та біологічну урожайність льону-довгунця на ділянках з традиційним обробітком ґрунту на глибину 20–22 см та мульчувальним обробітком ґрунту дисковим агрегатом на глибину 9,5 см.

Щільність ґрунту за період від сівби до повної стиглості зростала від 0,94 до 1,22 г/см³ (у варіанті з традиційним обробітком) та від 1,0 до 1,24 г/см³ (на ділянці з мульчувальним поверхневим обробітком ґрунту), проте не перевищувала оптимальних значень (1,35 г/см³) для льону-довгунця. У кінці періоду вегетації щільність ґрунту на обох ділянках була майже однаковою і різнилася на 0,02 г/см³.

У фазі сходів на ділянці з мульчувальним обробітком ґрунту відзначено вищу густоту рослин (на 36 шт./м²), ніж на ділянці з традиційним обробітком ґрунту. Проте інтенсивність випадання рослин у варіанті з мульчувальним обробітком була вищою, тому у фазі повної стиглості густота стеблостою на ділянці з традиційною системою обробітку ґрунту становила 1095 шт./м² і була на 51 шт./м² рослин більшою порівняно з ділянкою, де проведено мульчувальний обробіток ґрунту.

У період від фази сходів до фази цвітіння спостерігалось незначне відставання в рості рослин льону, які вирощувались за традиційною технологією. У другому періоді вегетації інтенсивність росту рослин у висоту на цій ділянці була більшою, ніж на ділянці з мульчувальною системою обробітку ґрунту. Відтак на період збирання висота рослин у варіанті з оранкою становила 89,2 см, а на ділянці з мульчувальним обробітком ґрунту – 81 см.

Врожайність льоносоломки на ділянці з традиційним обробітком становила 2,25 т/га і насіння – 0,5 т/га, що на 9 % і 7,5 % більше порівняно з варіантом застосування мульчувальної системи обробітку ґрунту.

За результатами оцінки двох систем обробітку ґрунту (традиційного і мульчувального) встановлено, що на дерново-підзолистих суглинкових ґрунтах Західного регіону України застосування традиційної технології на базі оранки дозволяє створити щільність ґрунту, яка позитивно впливає на ріст і розвиток рослин та формування продуктивності льону-довгунця.

Ключові слова: дослідження, льон-довгунець, системи обробітку ґрунту, ріст рослин, щільність ґрунту, врожайність.

Dumych V., Krupych O., Syvulka P. Effect of soil treatment minimalization on its density, plant development and yield of fiber flax

Purpose of research – to evaluate the impact of two tillage systems (traditional and mulching) on the density of sod-podzolic loamy soils of the Western region of Ukraine and on plant growth and yield of fibrous flax.

Research methods: field, laboratory, visual and comparative calculation method.

The scheme of experiments included: traditional tillage to the depth of 20–22 cm and mulching tillage performed by the unit tillage disk to the depth of 9.5 cm.

During the study, soil density, stem density, plant height and biological yield of fibrous flax were determined.

Soil density for the period from sowing to full maturity increased from 0.94 to 1.22 g/cm³ (in the version with traditional tillage) and from 1.0 to 1.24 g/cm³ (on the field with mulching surface tillage). However, it did not exceed the optimal values (1.35 g/cm³) for fibrous flax. At the end of the growing season, the soil density in both areas was almost the same and differed by 0.02 g/cm³.

In the germination phase on the field with mulching tillage, density of plants was higher (by 36 pieces/m²) than on the field with traditional tillage. However, the intensity of plant loss in the variant with mulching was higher, so in the phase of full maturity, the density of stems on the field with a traditional tillage system was 1095 pcs./m² and was 51 pcs./m² of plants higher than on the field where mulching tillage had been applied.

In the period from the germination phase to the flowering phase, there was a slight lag in the growth of flax plants, which were grown by traditional technology. In the second growing season, the intensity of plant growth in height on this area was higher than on the field with a mulching system of tillage. Therefore, during the harvesting period, the height of plants in the variant with plowing was 89.2 cm, and on the field with mulching tillage – 81 cm.

On the field with traditional cultivation, the yield of flax straw was 2.25 t/ha and seeds – 0.5 t/ha. In the variant with mulching tillage, the yield of seeds and flax was 9 % and 7.5 % lower compared to the variant of using the traditional tillage system.

According to the results of evaluation of the two tillage systems (traditional and mulching) it is established that on sod-podzolic loamy soils of the Western region of Ukraine, the use of traditional plowing technology secures the soil density, which positively affects plant growth and development and yield of flax seeds and fibers.

Key words: research, fibrous flax, tillage systems, soil density, plant growth, yield.

Постановка проблеми. Льон-довгунець – рослина подвійного призначення, з нього отримують насіння і волокно. Його волокно використовують у складі великого спектра матеріалів, від повсякденного одягу до технічних композитів [21; 22; 27; 29]. Постійний розвиток у напрямі створення інноваційних матеріалів на базі лляного волокна підвищує зацікавленість у вирощуванні льону-довгунця.

Проте протягом останнього десятиліття посівні площі льону-довгунця поступово зменшуються. Серед важливих причин такого стану є значні труднощі під час його вирощування, зокрема збільшення витрат на виконання основного обробітку ґрунту, удобрення, догляду за посівами та збирання врожаю [18; 26].

Для розпушування ґрунту і створення сприятливих ґрунтових умов для росту й розвитку рослин застосовуються традиційна і мінімальні системи обробітку ґрунту з використанням різних типів машин. Завдяки вибору раціональної системи обробітку ґрунту можна безпосередньо, у господарстві, впливати на зменшення прямих експлуатаційних витрат, що дозволить підвищити рентабельність виробництва рослинницької продукції [16].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Як відомо, основним завданням обробітку ґрунту робочими органами сільськогосподарських машин є зміна його агрофізичних показників – щільності, твердості, вологопроникності тощо [1; 23]. Щільність ґрунту є одним з основних чинників родючості, оскільки характеризує весь комплекс фізичних показників ґрунту. Вона впливає на водний, повітряний та тепловий режими, є одним із обмежувальних чинників врожайності сільськогосподарських культур [13]. Вважається, що оптимальною для льону є щільність ґрунту 1,1–1,35 г/см³ [14].

Аналіз результатів досліджень з окресленої проблематики показує, що різні культури по-різному реагують на системи обробітку ґрунту [7; 10; 11]. Дослідники [20; 21; 24] підтверджують ефективність впровадження ресурсощадних систем обробітку ґрунту в технології вирощування льону-довгунця.

Науковці [28] відзначають збільшення щільності ґрунту на 15–20 % протягом вегетаційного періоду. За дослідженнями вчених, в умовах Передкарпаття [2] встановлено, що найменша щільність ґрунту (1,18–1,19 г/см³) у шарі 0–10 см була у варіантах, де виконували оранку на 14–16 см і дискування на 8–10 см з проведенням глибокого розпушування на 35–40 см. За вегетаційний період льону-довгунця ґрунт ущільнювався і перед збиранням врожаю щільність ґрунту в шарі 0–10 см збільшувалася до 1,25–1,31 г/см³. У варіанті, де проводили оранку на 14–16 см із глибоким розпушуванням ґрунту на 35–40 см, одержано найвищу врожайність насіння льону-довгунця (0,72 т/га).

Вітчизняні та зарубіжні науковці доводять вплив систем обробітку ґрунту на густоту сходів та збереженість рослин під час їхнього вегетаційного періоду. Наукові працівники [17], дослідивши полицевий (на 20–22 см), плоскорізний (на 20–22 см), поверхневий (на 8–10 см) обробітки ґрунту, встановили, що застосування мілкої обробітку ґрунту забезпечило отримання максимальної густоти стояння рослин льону олійного як у фазі сходів – 245,5 шт./м², так і у фазі збирання – 213,7 шт./м². Варто зазначити, що по сходах різниця від глибини обробітку перебувала в межах 2,6–5,0 %, а при збиранні – 1,0–3,0 %, тобто різниця за густотою залежно від обробітку протягом вегетації зрівнювалася.

На основі проведених досліджень [6] зафіксовано, що залежно від системи обробітку ґрунту густота рослин льону-довгунця за період вегетації

від сходів до повної стиглості варіювала в межах від 1471 до 1734 рослини на 1 м². Найбільшу густоту стеблостою на період сходів (1734 рослини на 1 м²) та в кінці вегетації (1576 шт./м²) зафіксовано на ділянці з консервувальною системою обробітку ґрунту. За результатами цих досліджень встановлено залежність висоти рослин та врожайності льонопродукції від глибини розпушування та щільності і гранулометричного стану ґрунту. Найвищі висота рослин (104 см), врожайність лляної трести (3,5 т/га) та насіння (0,64 т/га) сформувалися на ділянці, де застосовано консервувальний обробіток.

Науковці [3; 15] вважають, що безполіцевий обробіток забезпечує оптимальне значення щільності в шарі ґрунту 0–10 см, позитивно впливає на ріст і розвиток льону-довгунця.

Результати досліджень [8] показують, що плоскорізний обробіток ґрунту за повного комплексу передпосівної підготовки забезпечує більшу загальну і технічну довжину стебел. Авторка відзначає більшу динамічність розвитку льону-довгунця за плоскорізного обробітку. Зокрема, максимальний приріст рослин у висоту на помірних та підвищених фонах на 19,3 % та 15,4 % перевищує показники оранки. Технологія плоскорізного обробітку з повним комплексом весняно-польових робіт дає змогу додатково отримати приріст урожайності трести 3,3–3,4 ц/га (6 %).

За результатами досліджень [4; 8; 9; 12] встановлено, що під впливом різних способів обробітку ґрунту щільність ґрунту змінювалася.

У сучасних працях увага зосереджена на визначенні впливу різних способів основного обробітку ґрунту та удобрення на агрофізичні особливості ґрунту певної території. У [19; 25] стверджується, що в різних регіонах способи обробітку ґрунту по-різному впливатимуть на його агрофізичні показники відповідно до конкретних ґрунтів та клімату.

На сьогодні досліджень із вивчення цієї проблеми на дерново-підзолистому ґрунті в Західному регіоні України проведено недостатньо. Через це теоретичний і практичний інтерес становить проведення досліджень способів основного обробітку ґрунту та визначення їх впливу на щільність ґрунту, ріст, розвиток рослин, врожай льонопродукції, а результати досліджень дозволять розширити знання щодо ефективності застосування різних систем обробітку ґрунту для вирощування льону-довгунця.

Постановка завдання. Мета дослідження – оцінити вплив двох систем обробітку ґрунту

(традиційного і мульчувального) на щільність дерново-підзолистих суглинкових ґрунтів Західного регіону України та на ріст рослин і врожайність продукції льону-довгунця. Об'єкт досліджень – вплив систем обробітку ґрунту на щільність ґрунту, густоту та висоту рослин і врожайність льону-довгунця. Гіпотеза досліджень – ґрунтообробні машини, які застосовуються в системах обробітку ґрунту, забезпечують створення різної щільності ґрунту, що надалі впливає на ріст і розвиток рослин та формування врожаю продукції льону-довгунця.

Виклад основного матеріалу. Досліди закладено в умовах Західного регіону України на полях Львівської філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідні ділянки характеризувались дерново-підзолистими суглинковими ґрунтами з глибиною гумусового шару 28 см та вмістом гумусу 2,3 %. Вміст легкогідролізованого азоту – 58,6, рухомого фосфору – 113,79 та обмінного калію – 104,84 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину слабокисла – рН 5,3.

На дослідному полі, після збирання зернових проведено дискування на глибину 8 см з використанням дискової борони БДС-2,6. Відразу після дискування ділянки, відведені для досліджень, були засіяні олійною редькою на сидеральні добрива. На початку жовтня з метою подрібнення і загортання сидерату в ґрунт проведено дискування бороною БДС-2,6.

Схема дослідів передбачала: традиційний обробітку ґрунту – оранку плугом ПТК-9 на глибину 20–22 см та мульчувальний обробіток ґрунту, виконаний агрегатом ґрунтообробним дисковим АГД-2,3 на глибину 9,5 см. Для передпосівного обробітку ґрунту застосовувався агрегат комбінований передпосівний АКПН-6. Сівбу насіння льону-довгунця проводили сівалкою МВ-6000 «Вінничанка» з пневматичним висівним апаратом.

У процесі роботи визначали динаміку зміни щільності ґрунту, густоти та висоти рослин у різні періоди вегетації, а також врожайність льонопродукції на ділянках із традиційним та мульчувальним обробітком ґрунту.

Враховуючи, що коренева система льону-довгунця характеризується найгустішим розташуванням бічних коренів 1-го порядку у верхній частині головного кореня, тобто основна маса коренів розташовується у верхньому шарі ґрунту [14], то визначення щільності ґрунту проводили в шарі від 0 до 10 см.

Показники визначали за методами КНД 46.16.02.08-95 «Техніка сільськогосподарська.

Методи визначення умов випробувань» та СОУ 74.3-37-131:2004 «Випробування сільськогосподарської техніки. Машина для збирання льону. Методи випробувань». Статистичну обробку результатів досліджень проводили за Б. А. Доспеховим [5].

За досліджень встановлено, що на період сівби щільність ґрунту в шарі від 0 до 10 см на ділянці з традиційним обробітком ґрунту (оранка плугом ПТК-9) становила $0,94 \text{ г/см}^3$, а на ділянці з

мульчувальним поверхневим обробітком ґрунту дисковим агрегатом АГД-2,3 – $1,0 \text{ г/см}^3$ (рис. 1).

Аналіз динаміки щільності посівного шару ґрунту свідчить, що за період вегетації льону на обох ділянках відбувається самоущільнення, проте значення щільності не виходять за межі оптимального. У кінці періоду вегетації щільність ґрунту на обох ділянках була майже однаковою і різнилася на $0,02 \text{ г/см}^3$.

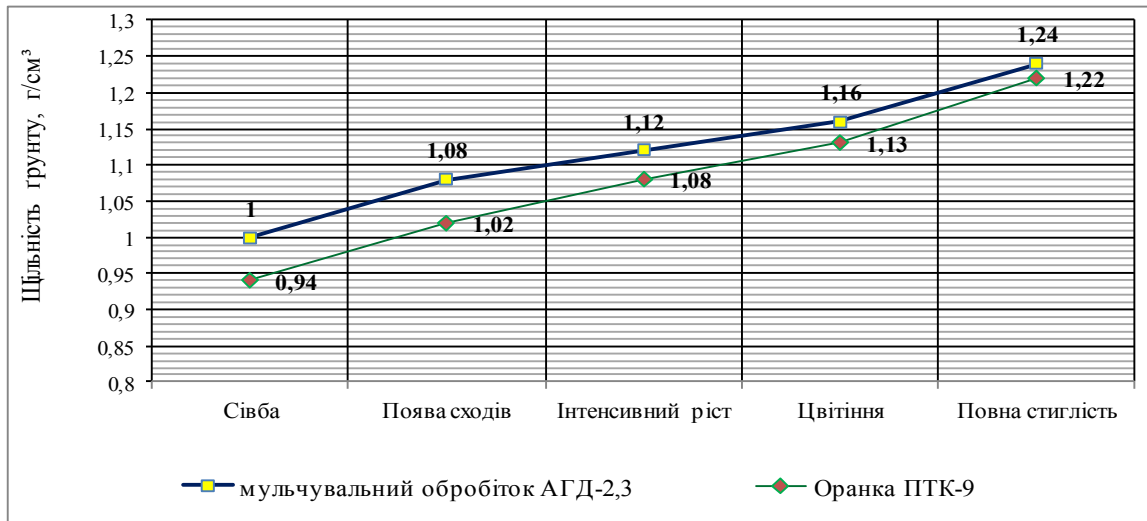


Рис. 1. Динаміка щільності посівного шару 0–10 см у період вегетації льону-довгунця
Fig. 1. The dynamics of density of the seed layer 0–10 cm during the growing season of fibrous flax

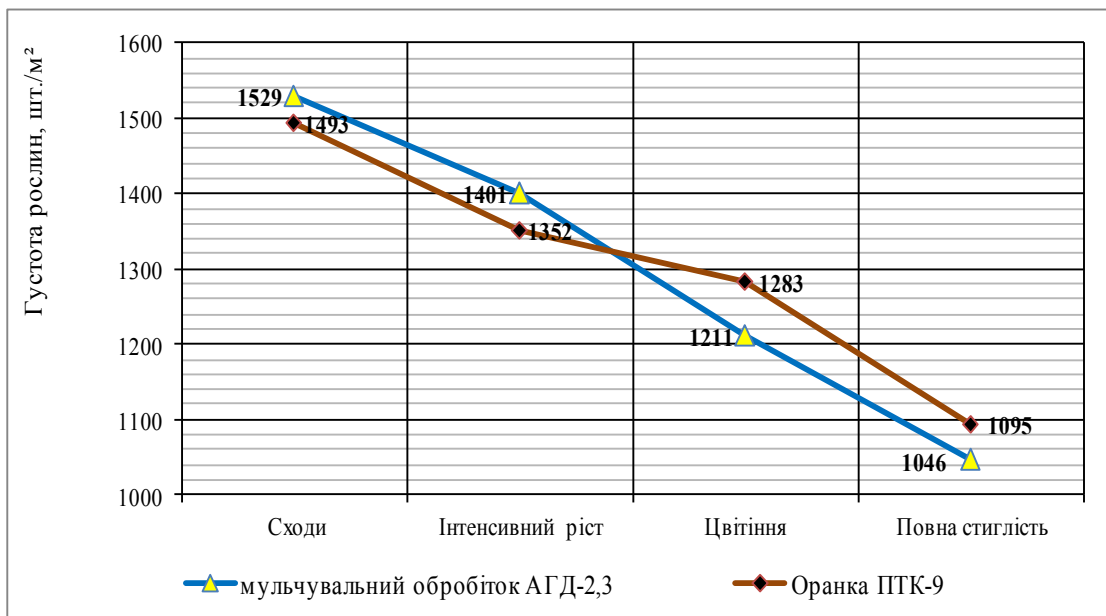


Рис. 2. Динаміка густоти рослин льону за період вегетації
Fig. 2. Dynamics of flax plant density during the growing season

За результатами досліджень відзначено різницю в густоті стеблостою у варіантах з різними системами обробітку ґрунту. У фазі сходів на ділянці з мульчувальним обробітком ґрунту густота рослин становила 1529 шт./м², що на 36 шт./м² більше, ніж на ділянці з традиційним обробітком ґрунту (див. рис. 2).

На нашу думку, це пов'язано з надмірним розпушуванням поверхневого шару ґрунту робочими органами машин, які застосовуються в традиційній системі обробітку ґрунту, що негативно вплинуло на схожість насіння.

За результатами спостережень, зафіксовано тенденцію до зменшення кількості рослин протягом вегетації (від сходів льону до фази повної

стиглості). Інтенсивність випадання рослин у варіанті з мульчувальним обробітком була вищою – за період вегетації кількість рослин на ділянці зменшилась на 483 шт./м², або на 31,6%. На ділянці з традиційним обробітком відсоток загібелі рослин становив 26,7%. Відтак у фазі повної стиглості густота стеблостою на ділянці з традиційною системою обробітку ґрунту становила 1095 шт./м² і була на 51 шт./м² рослин більшою порівняно з ділянкою, де проведено мульчувальний обробіток ґрунту.

З аналізу динаміки росту видно, що до фази цвітіння спостерігалось незначне відставання в рості рослин льону, які вирощувались за традиційною технологією (рис. 3).

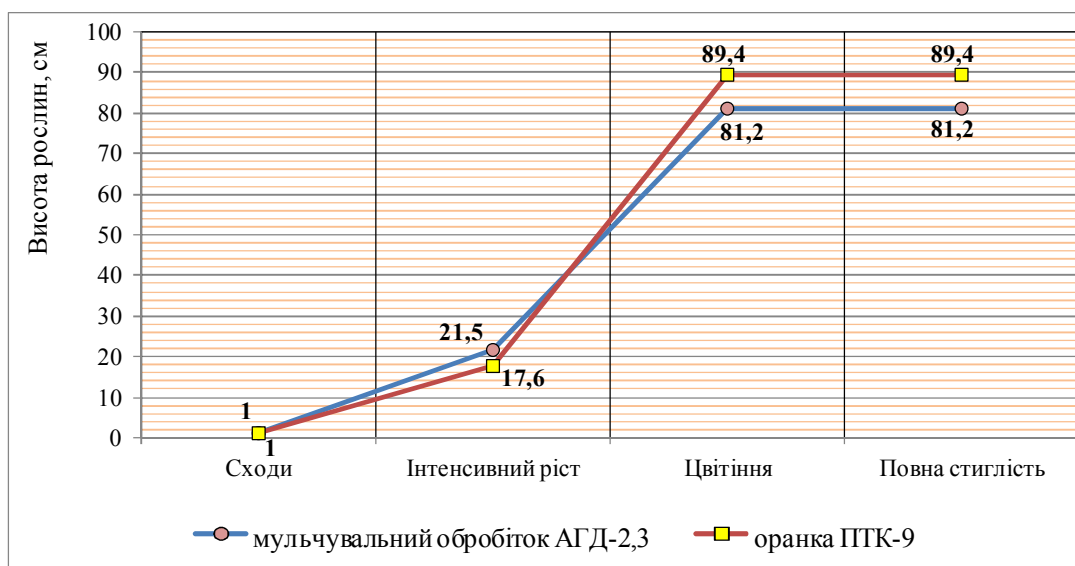


Рис. 3. Динаміка росту рослин льону за період вегетації
Fig. 3. Dynamics of growth of flax plants during the growing season

У другому періоді вегетації інтенсивність росту рослин у висоту на ділянці з традиційним обробітком ґрунту була більшою порівняно з цим показником на ділянці з мульчувальною системою обробітку ґрунту. Відтак на період збирання висота рослин у варіанті з оранкою становила 89,2 см і була більшою на 8,2 см, ніж на ділянці з поверхневим обробітком ґрунту.

Довжина стебел льону є одним із найважливіших чинників урожаю. Чим вище стебло, тим більше волокна міститься в ньому. На ділянці з традиційним обробітком врожайність льоносоломки становила 2,25 т/га і насіння – 0,5 т/га, а на ділянці з мульчувальною системою обробітку ґрунту – 2,08 т/га і 0,46 т/га. За результатами досліджень, у варіанті з мульчувальним обробіт-

ком ґрунту відзначено зниження врожайності насіння на 9%, льоносоломки – на 7,5% порівняно зі застосуванням традиційної системи обробітку ґрунту.

Висновки. В умовах Західного регіону України на полях із дерново-підзолистими суглинковими ґрунтами мінімізація обробітку призводить до підвищення щільності оброблюваного шару ґрунту. Щільність ґрунту за період від сівби до повної стиглості зростала від 0,94 до 1,22 г/см³ (у варіанті з традиційним обробітком) та від 1,0 до 1,24 г/см³ (на ділянці з мульчувальним поверхневим обробітком ґрунту), проте не перевищувала оптимальних значень (1,35 г/см³) для льонудовгунця. У кінці періоду вегетації щільність

грунту на обох ділянках була майже однаковою і різнилася на $0,02 \text{ г/см}^3$.

За результатами досліджень відзначено різницю в густоті стеблостою у варіантах з різними системами обробітку ґрунту. У фазі сходів на ділянці з мульчувальним обробітком ґрунту густина рослин становила 1529 шт./м^2 , що на 36 шт./м^2 більше, ніж на ділянці з традиційним обробітком ґрунту. Упродовж вегетації інтенсивність випадання рослин у варіанті з мульчувальним обробітком була вищою. Відтак у фазі повної стиглості густина стеблостою на ділянці з традиційною системою обробітку ґрунту становила 1095 шт./м^2 і була на 51 шт./м^2 рослин більшою порівняно з ділянкою, де проведено мульчувальний обробіток ґрунту.

До фази цвітіння спостерігалось незначне відставання в рості рослин льону, які вирощувались за традиційною технологією. У другому періоді вегетації інтенсивність росту рослин у висоту на ділянці з традиційним обробітком ґрунту була більшою порівняно з цим показником на ділянці з мульчувальною системою обробітку ґрунту. Відтак на період збирання висота рослин у варіанті з оранкою становила $89,2 \text{ см}$ і була більшою на $8,2 \text{ см}$, ніж на ділянці з мульчувальним обробітком ґрунту.

На ділянці з традиційним обробітком урожайність льоносоломки становила $2,25 \text{ т/га}$ і насіння – $0,5 \text{ т/га}$, а на ділянці з мульчувальною системою обробітку ґрунту – $2,08 \text{ т/га}$ і $0,46 \text{ т/га}$. За результатами досліджень, у варіанті з мульчувальним обробітком ґрунту відзначено зниження врожайності насіння на 9% , льоносоломки – на $7,5\%$ порівняно із застосуванням традиційної системи обробітку ґрунту.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу на щільність ґрунту, ріст і розвиток рослин та врожайність льоносоломки і насіння льону-довгунця систем обробітку ґрунту та елементів біологічного землеробства (деструкції соломи і зеленої маси сидератів, застосування біостимуляторів та органіно-мінеральних добрив).

Бібліографічний список

1. Бомба М. Я. Перспективи та можливості удосконалення обробітку ґрунту. *Агроном*. 2003. № 2. С. 16–19.
2. Волощук М. Д., Книгніцька Л. П. Вплив способів основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність льону-довгунця і якість льонопродукції в умовах Передкарпаття. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 98. С. 11–13.
3. Дідора В. Г. Агроєкологічне обґрунтування технології виробництва продукції льону-довгунця в Поліссі України. Житомир: ДВНЗ «Державний агро-екологічний університет», 2008. 441 с.
4. Дідора В. Г. Агроєкологічне обґрунтування технології вирощування льону-довгунця. Житомир: Льонок, 2003. 274 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Думич В. Вплив систем обробітку ґрунту на ріст, розвиток та врожайність льону-довгунця. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*: зб. наук. праць. Дослідницьке, 2020. Вип. 27(41). С. 222–230. doi: 10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-20.
7. Ефективність застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільгоспкультур у Західному регіоні України / М. Кожушко та ін. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 5. С. 37–42.
8. Козлик Т. І. Вплив основного та передпосівного обробітків ґрунту та норм добрив на ріст, розвиток, продуктивність льону-довгунця в умовах Полісся. *Вісник ЖНАЕУ*. 2009. № 1. С. 343–347.
9. Козлик Т. І. Вплив способів обробітку ґрунту та системи удобрення на морфологічні показники льону. *Збірник наукових праць / УААН, Ін-т землеробства*. 2004. Вип. 2-3. С. 46–48.
10. Кравчук В., Погорілий В., Маринін С., Боднар О. Новітні техніко-технологічні рішення для різних систем обробітку ґрунту і сівби при вирощуванні зернових культур: проект АгроОлімп. *Техніка і технології АПК*. 2013. № 7. С. 37–41.
11. Куліш О. Дослідження залежності продуктивності насіння льону олійного від системи обробітку ґрунту. *Техніка і технології АПК*. 2014. № 1. С. 27–29.
12. Локоть О. Ю. Агробіологічні та біоенергетичні аспекти оптимізації технологій вирощування льону-довгунця. Ніжин: Вид-во «Аспект-Поліграф», 2009. 308 с.
13. Медведев В. В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. Москва: Агропромиздат, 1988. 160 с.
14. Попеляева Н. Н., Штабель Ю. П. Лён-долгунец в низкогорьях Горного Алтая. *Научный вестник Республики Алтай*. 2014. № 3. С. 98–103.
15. Стрельченко В. П. Ґрунтово-екологічні системи землеробства Полісся України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук. Київ, 2004. 48 с.
16. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України / В. Кравчук та ін. *Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*. 2014. Вип. 18 (2). С. 4–13.
17. Томашов С. В., Томашова О. Л. Вплив систем обробітку ґрунту та різних строків сівби на продуктивність льону олійного. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 91. С. 92–96.
18. Шувар А. М., Дорота А. М. Льонарство у західному регіоні України. *Проблеми і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Суми: ТД «Папірус», 2011. С. 59–63.*

19. Conservation agriculture in maize-and wheat-based systems in the (sub) tropics: lessons from adaptation initiatives in South Asia, Mexico and Southern Africa / O. Ernestein et al. *J. Sustain Agric.* 2012. 36. P. 80–206.
20. Couture S. J., Tommaso A. D., Asbil W. L., Watson A. K. Evaluation of Fibre Flax (*Linum usitatissimum* L.) Performance under Minimal and Zero Tillage in Eastern Canada. *J. Agronomy & Crop Science.* 2004. 190. P. 191–196.
21. Dufloy J., Yelin D., Van Acker K., Dewulf W. Comparative impact assessment for flax fibre versus conventional glass fibre reinforced composites: Are biobased reinforcement materials the way to go? *CIRP Annals–Manuf Technol.* 2014. 63. P. 45–48.
22. Goudenhooff C., Bourmaud A. Baley Ch. Flax (*Linum usitatissimum* L.) Fibers for Composite Reinforcement: Exploring the Link Between Plant Growth, Cell Walls Development, and Fiber Properties. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00411/full> (Last accessed: 03.04.2019).
23. Jabro J. D., Stevens W. B., Iversen W. M., Evans R. G. Bulk density, water content, and hydraulic properties of a sandy loam soil following conventional or strip tillage. *Appl. Eng. Agric.* 2011. 27. P. 765–768.
24. Lepiarczyk A., Stępnik K. Produktivność jęczmienia jarego uprawianego w płodozmianie w zależności od systemu uprawy roli. *Fragm. Agron.* 2009. 26. P. 59–66.
25. Morris N. L., Miller P. C. H., Orson J. H., Froud Williams R. J. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment – A review. *Soil Tillage Res.* 2010. 108. P. 1–15.
26. Nawar A. I., Abou-zied Kh. A., Khalil H. E. Impact of Tillage Intensity, NPK Fertilization and Weed Control on Seed Yield and Yield Components of Flax in Newly Reclaimed Lands Egypt. *J. Agron.* 2017. Vol. 39, No. 2. P. 179–194.
27. Pickering K. L., Efendy M. G. A., Le T. M. A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.* 2016. 83. P. 98–112.
28. Temporal variation in soil physical properties improves the water dynamics modeling in a conventionally-tilled soil / L. Alletto et al. *Geoderma.* 2015. 243. P. 18–28.
29. Yan L., Chou N., Jayaraman K. Flax fibre and its composites – A review. *Compos. Part B Eng.* 2014. 56. P. 296–317.

Стаття надійшла 31.08.2021