

ОСОБЛИВОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗА РІЗНИХ УМОВ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ЗОНІ СУХОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Рудік О.Л. – доктор сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/orcid.org/0000-0003-1384-5523>

ДНБЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

Заєць С.О. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/orcid.org/0000-0001-7853-7922>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Онуфран Л.І. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/orcid.org/0000-0001-6247-4920>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Успішний розвиток вітчизняного аграрного сектору можливий лише за переходу на технології світового рівня та запровадження у виробництві нових наукових досягнень. Беззаперечно, що в системі сучасного землеробства вагома роль належить такому фактору інтенсифікації, як використання добрив [1]. За загальною оцінкою їхня частка у формуванні врожаю сільськогосподарських культур досягає 45–50 %, тоді як обробітку – 15–20 % [2].

Зважаючи на високу вартість мінеральних добрив і складні взаємні зв'язки системи живлення з іншими складниками технології вирощування, ефективність їх використання визначає рівень прибутковості всього технологічного комплексу. В сучасних наукових концепціях ключовою ланкою результативних агротехнологій є рослина з її біологічними потребами, що визначає необхідність дослідження динаміки ростових процесів і споживання елементів відповідно до конкретних умов зовнішнього середовища. Без їх урахування неможлива побудова ефективної системи мінерального живлення культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Льон олійний набув достатнього поширення в господарствах Степової зони України, що зумовило його активне наукове вивчення [3]. Дослідженню проблем мінерального живлення культури в окремих природно-сільськогосподарських районах присвячено досить наукових робіт. Ними встановлено реакцію льону олійного на головні елементи та визначено межі оптимального рівня мінерального живлення, запропоновано моделі розрахунку системи живлення на запланований урожай [4; 5]. Визначено вплив добрива на елементи структури, величину та якість урожаю й ефективність використання ресурсів [6; 7].

У зоні проведення досліджень систему мінерального живлення льону олійного розробляли в Інституті землеробства південного регіону НААН України [8]. У багатофакторному досліді було встановлено залежності елементів технології вирощування культури та фону мінерального живлення під час зрошення [9]. Проте, на жаль, у відкритому доступі відсутні дослідження щодо особливостей споживання елементів живлення упродовж окремих періодів росту та розвитку культури, а тому розроблення системи удобрення культури ґрунтується за аналогією на роботах, проведених із льо-

ном-довгунцем, що є безпідставним [10]. Такі відмінності зумовлені спрямуванням продукційного процесу та різною структурою врожаю основної та побічної продукції. Відтак динаміка поглинання елементів впродовж вегетації культури, встановлення потреби рослини під час вирощування в специфічних незрошуваних і зрошуваних умовах сухого Степу, на нашу думку, потребують опрацювання.

Мета. Робота мала на меті дослідження динаміки накопичення азоту, фосфору та калію наземною частиною рослин льону олійного в умовах природного й штучного зволоження та зв'язку цих процесів із формуванням біологічної маси культури.

Матеріали та методика досліджень. Системні польові дослідження виконано на виробничій базі Асканійської ДСГДС НААН, що розташована в зоні сухого степу України. Ґрунти дослідного поля темно-каштанові важкосуглинкові слабосолонцюваті. Ґумусовий горизонт має потужність 42–51 см, вміст ґумусу в орному шарі становить у середньому 2,15 %, легкогідролізованого азоту міститься 50 мг/кг, рухомого фосфору – 24 та обмінного калію – 400 мг/кг. Реакція ґрунтового розчину слабо лужна, ближча до нейтральної (рН 6,8–7).

Культуру вирощували відповідно до зональних рекомендацій. Об'єктом дослідження був вітчизняний стандарт, сорт Південна ніч (Pivdenna nich). Сівбу здійснювали з міжряддями 15 см нормою висіву 6 млн шт./га. Під час зрошення проводили поливи за зниження вологості шару ґрунту 0,7 м до 65–70 % НВ. Фази росту й розвитку льону визначали відповідно до ГОСТ 4511: 2006. Рослинні зразки відбирали з інтервалом у десять днів після фази «повні сходи» у двох несуміжних повтореннях із площі 0,1 м². Їх досушували за температури 105 °С до постійної маси.

Вміст азоту, фосфору і калію визначали в єдиній витяжці після мокрого спалювання за методом Гінзбурга з подальшим визначенням азоту за методом Кьельдаля, фосфору – за методом Мерфі-Райлі калориметрично на КФК-2, а калію – на полум'яному фотометрі [11]. Обліку й аналізу підлягала тільки наземна частина рослин, що необхідно враховувати під час трактування результатів.

Погодні умови періоду досліджень характеризувалися суттєвими перевищеннями температурного режиму та значними відхиленнями забезпеченості

опадами від середніх значень. Гідротермічний коефіцієнт періоду вегетації культури в роки дослідження становив 0,55; 0,95 та 0,85, за середніх значень 0,65.

Результати досліджень. Накопичення біологічної маси рослинами відбувалося адекватно до зміни асимілюючої площі, за моделлю «великої кривої зростання». Впродовж тридцяти днів після появи

сходів суха маса наростала повільно, а різниця між фонами живлення не проявлялася. З цього часу, що збігається з початком бутонізації, відбувалося швидке наростання наземної маси льону олійного, яке тривало до сьомої декади без зрошення та восьмої – за зрошення, коли посіви досягали фази зеленої стиглості (табл. 1).

Таблиця 1 – Динаміка накопичення сухої маси посівами льону олійного без зрошення та за зрошення, г/м²

Фон мінерального живлення (А)	Діб після повних сходів (В)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Без зрошення									
Без добрив	47	68	88	218	323	391	445	442	437	
N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	50	73	96	258	396	488	549	540	530	
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	51	76	104	274	424	526	596	588	579	
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	51	79	110	288	442	545	621	616	610	
НІР ₀₅	А – 0,08-0,12; В – 0,12-0,19; АВ – 0,24 – 0,37									
	За зрошення									
Без добрив	47	70	93	250	412	475	540	567	561	558
N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	50	76	106	287	476	562	661	697	692	686
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	51	80	113	306	507	601	706	741	731	727
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	53	84	120	320	531	629	741	780	776	770
НІР ₀₅	А – 0,11-0,14; В – 0,17-0,22; АВ – 0,33 – 0,44									

При цьому маса рослин зростає в 5,6 та в 6,4 рази відповідно до умов зволоження. Найвищі темпи зростання встановлено без зрошення протягом четвертої декади (130–178 г/м²), а за зрошення – протягом п'ятої (162–211 г/м²). Найбільше сухої наземної маси було встановлено без зрошення через 70 діб, а за зрошення – через 80 діб після повних сходів. Надалі через активне відмирання нижнього ярусу листя спостерігалася втрата наземної маси, що характерно для пізнього генеративного періоду однорічних рослин. Вплив фону живлення на формування сухої наземної маси проявлявся після завершення двадцятиденного періоду, при цьому позитивний ефект застосування добрив зростає і зберігається в пізній генеративний період. Зрошення посилювало дію добрив і продовжувало період їхнього впливу. Найбільше накопичення сухої наземної маси зазначено на максимальному фоні живлення N₉₀P₆₀K₆₀, воно становило 621 та 780 г/м² відповідно без зрошення та за зрошення.

У літературі відображено нерівномірність як ростових процесів, так і поглинання рослинами елементів живлення впродовж життєвого циклу [12; 13]. Їхній вміст в окремих органах міняється протягом періоду вегетації культури відповідно до вікових фізіологічних змін [14; 15]. Відомі також особливості впливу ґрунтового середовища, погодних умов, окремих технологічних заходів на поглинання елементів живлення [4; 5; 12].

Накопичення азоту та калію наземною масою льону олійного мало динаміку синусоїди. Максимальну їхню

кількість посіви зосередили на сьому декаду від сходів культури. Надалі відбувалися втрати елементів живлення з опалим листям. Накопичення фосфору змінювалося подібно до логарифмічної функції. Його поглинання відбувалося впродовж усього періоду вегетації та було найбільш стабільним. Більший вплив на досліджуваний показник мало внесення мінеральних добрив порівняно зі зрошенням. Динаміка накопичення калію була подібною до споживання азоту. Внесення добрив і зрошення продовжувало періоди вегетації та інтенсивного споживання елементів на десять діб і спричиняло зростання кількості спожитих елементів.

Для оцінки динаміки надходження елементів живлення в рослини льону та побудови ефективних систем живлення проведено розрахунки їхнього добового споживання. Удобрення впливало на абсолютні значення кількості поглинутих елементів живлення, не змінюючи загальної динаміки їх надходження. Максимальне добове надходження відповідно для незрошуваних і зрошуваних умов відбувалося в проміжку 30–50 та 30–60 доби від сходів культури. Надалі споживання елементів живлення рослинами різко сповільнювалося, а на етапі дозрівання навіть переважали природні втрати.

Найбільш динамічно змінювалося споживання азоту й калію тоді, коли надходження фосфору впродовж вегетаційного періоду вирізнялося більшою стабільністю та рівномірністю. В період максимального

росту, на сорокову добу спостережень, без зрошення посіви льону споживали 3,07 кг/га азоту, 1,04 кг/га фосфору і 2,57 кг/га калію. За зрошення споживання було більше і становило, відповідно, 3,23; 1,59 та 3,67 кг/га.

За тривалішого вегетаційного періоду культури на фоні зрошення зазначається продовження періоду інтенсивного поглинання елементів живлення та зміщення часу настання від'ємного балансу (рис. 1).

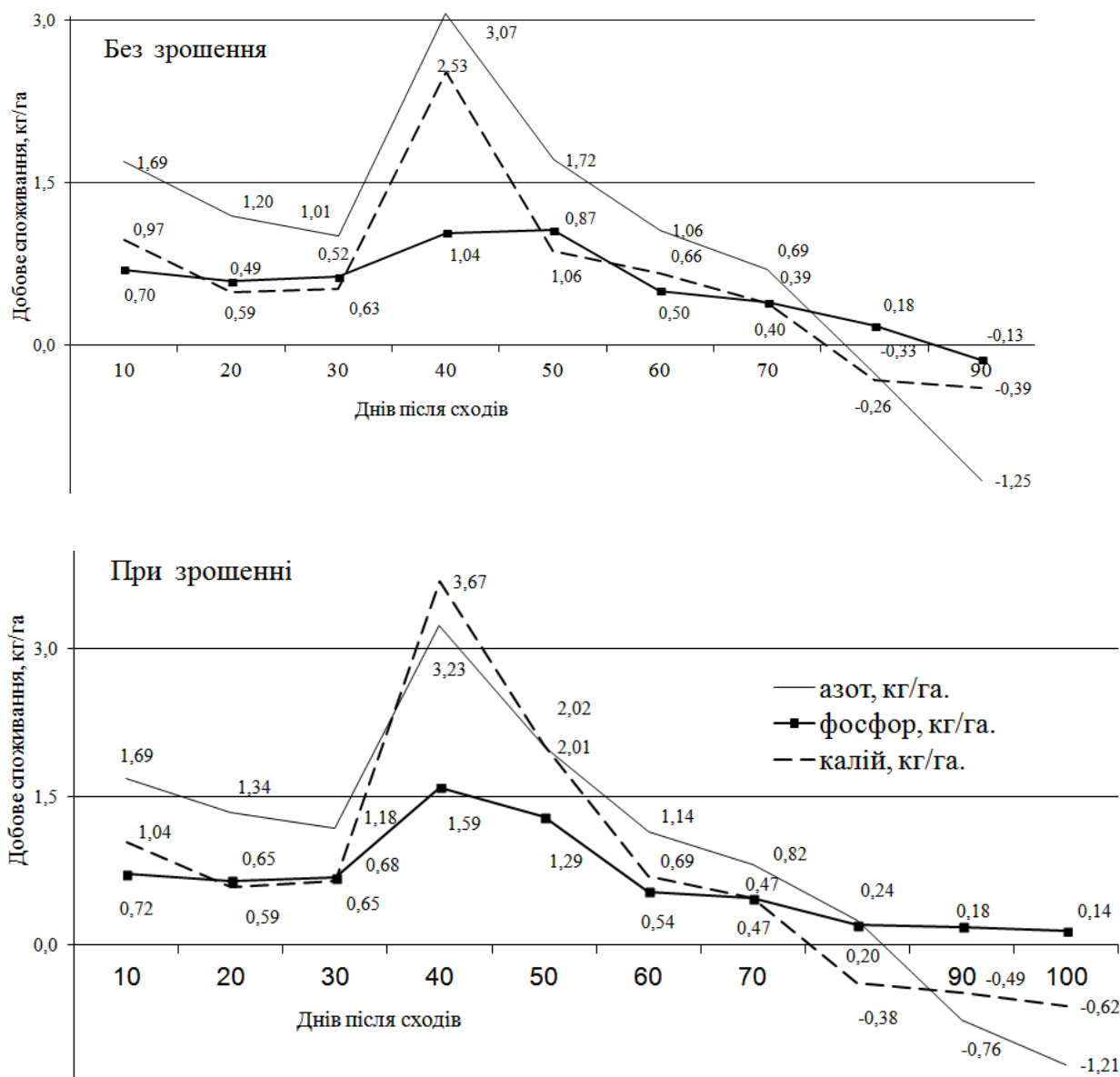


Рис. 1. Добове споживання елементів посівами льону олійного на фоні живлення $N_{60}P_{45}K_{45}$, кг/га

Льон олійний характеризується швидкими темпами споживання елементів живлення. На початок бутонізації наземною масою рослин було ужито, залежно від умов зволоження та фоні мінерального живлення, 36–41 % азоту, 32–43 % фосфору та 24–40 % калію від максимальної їхньої кількості. На початок фази зелена стиглість накопичення азоту та калію наближається до 100 %.

Кореляційний аналіз окреслив високий ступінь залежності між біологічним поглинанням елементів і кількістю сирови 0,79–0,9 та сухої 0,94–0,98 наземної маси рослин. Відсотковий вміст елементів у сухій масі був у тісній зворотній залежності від біологічної маси

рослин, що опосередковано свідчить про «ефект розбавлення» в періоди швидкого росту льону. Коефіцієнт кореляції становив 0,73 для азоту, 0,74 – для фосфору та 0,55 – для калію.

Висновки. Визначальне значення у формуванні величини виносу елементів має наростання біологічної маси льону олійного. Ефективна система мінерального живлення має передбачати високий рівень забезпеченості посівів елементами живлення в третю – шосту декаду після сходів культури завдяки сукупному впливу основного внесення добрив, прискорення біологічної активності ґрунту та проведення підживлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Васюта В.Б., Мормуль В.В. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва *Ефективна економіка*. 2013. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2453>.
2. Губенко Л.В. Вплив системи удобрення на продуктивність ріпаку озимого за різних способів обробітку ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 4. С. 3–10.
3. Рудик А., Рудик Н. Агроэкологические аспекты размещения и использования льна масличного двойного назначения в Украине. *Elimy News is the Researching of Natural Sciences*. Lankaran, 2019. Vol. 1. P. 114–121.
4. Кузнецова Г.Н. Оптимизация минерального питания льна масличного в Южной Лесостепи Западной Сибири : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04. Омск, 2004. 18 с.
5. Шваб С.Б., Мирончук В.П. Врожайність льону олійного залежно від норм висіву насіння та удобрення. *Землеробство : міжвід. темат. наук. зб.* Київ : «ЕКМО», 2007. Вип. 79. С. 110–114.
6. Вешнівська Ю.С. Вплив системи удобрення на структуру та врожайність сортів льону олійного. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. № 3–4. С. 92–96.
7. Махова Т.В., Поляков О.І. Вплив агроприйомів вирощування на елементи продуктивності та врожайність льону олійного сорту Ківіка. *Науково-технічний бюлетень ІОК НААН*. Запоріжжя : Дніпровський металург, 2013. Вип. 18. С. 113–117.
8. Біднина І.О. Продуктивність і якість льону олійного залежно від рівня мінерального живлення в умовах півдня України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2010. 18 с.
9. Минкина Г.О. Агротехнічні прийоми вирощування льону олійного при зрошенні в умовах півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.00.02. Херсон, 1996. 21 с.
10. Брагин А.М. Зависимость урожая льна и качества льнопродукции от системы удобрения в севообороте. *Агрoхимия*. 1968. № 6. С. 61–65.
11. Гинзбург К.Е., Щеглова Г.М. Определение азота, фосфора и калия в растительном материале из одной навески. *Почвоведение*. 1960. № 5. С. 100–105.
12. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур : справочник. Москва : Агропромиздат, 1990. 235 с.
13. Кошкин Е.И., Гатаулина Г.Г., Дьяков А.Б. Частная физиология полевых культур. Москва : Колос, 2005. 344 с.
14. Мосолов И.В. Физиологическое обоснование питания растений по фазам роста и развития. Питание растений и применение удобрен. *Труды ВНИИ удобрения и агропочвоведения*. 1960. № 36. С. 5–18.
15. Белоухов С.Л. К вопросу об извлечении химических элементов льном из почвы. *Известия Тимирязевской с.-х. академии*. 2002. Вып. 4. С. 34–40.
2. Ghubenko, L.V. (2018). Vplyv systemy udobrennja na produktyvnistj ripaku ozymogho za riznykh sposobiv obrobittku gruntu [Influence of fertilizer system on productivity of winter rape by different methods of tillage]. *Zbirnyk naukovykh pracj NNC "Instytut zemlerobstva NAAN" – Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture NAAS"*, 4, 3–10 [in Ukrainian].
3. Rudyk, A., & Rudyk, N. (2019). Aghroekologhycheskye aspekty razmeshhenija y yspoljzovanyja ljna maslychnogho dvojnogho naznachenija v Ukrayne [Agroecological aspects of placement and use of flaxseed oil for dual use in Ukraine] *Elimy News is the Researching of Natural Sciences*. Lankaran, 1, pp. 114–121 [in Azerbaijan].
4. Kuznecova, Gh.N. (2004). Optymyzacyja myneraljnogho pytanyja ljna maslychnogho v Juzhnoj Lesostepy Zapadnoj Sybry [Optimization of mineral nutrition of oil flax in the Southern Forest-Steppe of Western Siberia]. Extended abstract of candidate's thesis Omsk, pp. 18 [in Russian].
5. Shvab, S.B., & Myronchuk, V.P. (2007). Vrozhajnistj ljonu oljnogho zalezchno vid norm vysivu nasinnja ta udobrennja [Yield of flax oil depending on sowing rates and fertilizers]. *Zemlerobstvo: mizhvid. temat. nauk. zb. – Agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*. Kyiv : EKMO, 79, 110–114 [in Ukrainian].
6. Veshnivsijka, Ju.S. (2011). Vplyv systemy udobrennja na strukturu ta vrozhajnistj sortiv ljonu oljnogho [Influence of fertilizer system on the structure and yield of oilseed flax varieties]. *Zbirnyk naukovykh pracj NNC "Instytut zemlerobstva NAAN" – Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture NAAS"*, 3–4, 92–96 [in Ukrainian].
7. Makhova, T.V., & Poljakov, O.I. (2013). Vplyv aghropyjomiv vyroshhuvnnja na elementy produktyvnosti ta vrozhajnistj ljonu oljnogho sortu kinik [Influence of cultivation methods on the elements of productivity and yield of Kivik oilseed flax]. *Naukovo-tekhnichnyj bjuletenj IOK NAAN. Zaporizhzhja: Dniprovskyj metalurgh*, 18, 113–117 [in Ukrainian].
8. Bidnyna, I.O. (2010). Produktyvnistj i jakistj ljonu oljnogho zalezchno vid rivnja mineraljnogho zhyvlennja v umovakh pivdnja Ukrainy [Productivity and quality of flax oilseed depending on the level of mineral nutrition in the south of Ukraine]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kharkiv, pp. 18 [in Ukrainian].
9. Mynkina, Gh.O. (1996). Aghrotekhnichni pryjomy vyroshhuvannja ljonu oljnogho pry zroshenni v umovakh pivdnja Ukrainy [Agrotechnical methods of growing oilseed flax under irrigation in the south of Ukraine]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kherson, pp. 21 [in Ukrainian].
10. Braghyn, A.M. (1968). Zavysymostj urozhaja ljna y kachstva ljnoproducty y ot systemy udobrenija v sevooborote [Dependence of flax yield and quality of flax products on the fertilizer system in crop rotation]. *Aghrokhymija – Agrochemistry*, 6, 61–65 [in Ukrainian].
11. Ghynzburgh, K.E., & Shheghlova, Gh.M. (1960). Opredelenye azota, fosfora y kaliya v rastytel'nom materyale yz odnoj navesky [Determination of nitrogen, phosphorus and potassium in plant material from one sample]. *Pochvovedenye – Soil science*, 5, 100–105 [in Ukrainian].

REFERENCES:

1. Vasjuta, V.B., & Mormulj, V.V. (2013). Intensyfikacija siljsjkoghospodarskjogho vyrobnyctva [Intensification of agricultural production]. *Efektivna ekonomika – Efficient economy*, 11 [in Ukrainian].

12. Cerlyng, V.V. (1990). *Dyaghnostyka pytanyja seljskokhozjajstvennykh kul'tur [Diagnosis of crop nutrition]*. Moskva : Aghropromyzzdat, pp. 235 [in Russian].

13. Koshkyn, E.Y., Ghataulyna, Gh.Gh., & Djjakov, A.B. (2005). *Chastnaja fyzyologhyja polevykh kul'tur [Private physiology of field crops]*. Moskva: Kolos, pp. 344 [in Russian].

14. Mosolov, Y.V. (1960). Fyzyologhichesкое obosnovanye pytanyja rastenyj po fazam rosta y razvytyja. Pytanye rastenyj y pryomenenye udobren [Physiological substantiation of plant nutrition by phases of growth and development. Plant nutrition and fertilizer application]. *Trudy VNYU udobreniy y aghropochvovedenija – Proceedings of the All-Russian Research Institute of Fertilizers and Agrosoil Science*, 36, 5-18 [in Ukrainian].

15. Belopukhov, S.L. (2002). K voprosu ob yzvlечenyi khymycheskykh элементov l'nom yz pochvy [On the question of extracting the chemical elements of flax from the soil]. *Yzvestyja Tymyrjazevskoj s.-kh. Akademyy – Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy*, 34–40 [in Russian].

Рудік О.Л., Засць С.О., Онуфран Л.І. Особливості споживання елементів живлення льону олійного за різних умов вологозабезпечення в зоні сухого степу України

Робота спрямована на дослідження динаміки споживання азоту, фосфору та калію посівами льону олійного в умовах природного й штучного зволоження та зв'язку цих процесів із формуванням біологічної маси культури. Дослідження проведено в зоні сухого степу України в умовах Асканійської ДСГДС НААН. Рослинні зразки відбирали з інтервалом у десять діб після фази «повні сходи» у двох несуміжних повтореннях із площі 0,1 м² та досушували до постійної маси за температури 105 °С. Вміст азоту, фосфору та калію визначали в єдиній витяжці після мокрого спалювання за методом Гінзбурга з подальшим визначенням азоту за методом Кьельдаля, фосфору – за методом Мерфі-Райлі калориметрично на КФК-2, а калію – на полум'яному фотометрі. Обліку й аналізу підлягала тільки наземна частина рослин. Кореляційним аналізом встановлено високий ступінь залежності між біологічним поглинанням елементів і кількістю сухої R=0,94–0,98 наземної маси. Зрошення та підвищення фону мінерального живлення збільшує наземну масу рослин, унаслідок чого кількість спожитих елементів живлення зростає. На фоні внесення мінеральних добрив і зрошення внаслідок подовження періоду вегетації відбувалося зміщення періоду максимального споживання азоту на декаду. Максимальне зростання добового поглинання елементів живлення посівами льону олійного, відпо-

відно для незрошуваних і зрошуваних умов, відбувалося в проміжку 30–50 та 30–60 доба після сходів культури. Найбільшу кількість азоту (3,07 кг/га), фосфору (1,04 кг/га) і калію (2,57 кг/га) в незрошуваних умовах посіви льону споживали протягом четвертої декади, а в умовах зрошення відповідно, 3,23; 1,59 та 3,67 кг/га впродовж п'ятої декади після фази повних сходів.

Ключові слова: льон олійний, суха наземна маса, мінеральне живлення, зрошення, азот, фосфор, калій, динаміка споживання.

Rudik O.L., Zaiets S.O., Onufran L.I. Specifics of nutrient consumption by common flax under different moisture conditions in the area of the dry steppe of Ukraine

The study is aimed at examining the dynamics of nitrogen, phosphorous and potassium consumption by common flax crops under conditions of natural and artificial moistening and the relation of these processes to the formation of the crop biomass. The research conducted in the area of the dry steppe of Ukraine under conditions of Askaniia SARS of the NAAS. Plant samples were selected with the interval of 10 days after the stage of "complete shooting" in two non-adjacent replications from the area of 0.1 m² and dried to permanent weight under the temperature of 105 °C. Nitrogen, phosphorus and potassium contents were determined in a single extract after wet burning by Ginsburg's method with further measurement of nitrogen by Kjeldahl's method, phosphorus by Murphy-Riley's colorimetric method with the Photoelectric Colorimeter-2, and potassium – with a flame photometer. Only aboveground plant parts underwent registration and analysis. Correlation analysis made it possible to determine a high degree of correlation between biological consumption of the nutrients and the amount dry R=0.94–0.98 aboveground weight. Irrigation and an increase in mineral nutrition cause a rise in aboveground plant weight resulting in an increase in the amount of nutrients consumed. There was a shift in the period of maximum nitrogen consumption to 10 days as a consequence of the extended vegetation period against the background of application of mineral fertilizers and irrigation. An increase in nutrient consumption by common flax crops per day, for non-irrigated and irrigated conditions respectively, was within 30–50 and 30–60 days after the crop germination. The largest amount of nitrogen – 3.07 kg/h, phosphorus – 1.04 kg/ha and potassium 2.57 kg/ha under non-irrigated conditions was consumed by the common flax crops during the fourth decade and under irrigation – 3.23; 1.59 and 3.67 kg/ha respectively during the fifth decade after the stage of "complete shooting".

Key words: common flax, dry aboveground weight, mineral nutrition, irrigation, nitrogen, phosphorus, potassium, consumption dynamics.