

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЛЮЦЕРНИ НА НАСІННЯ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

С.П.ГОЛОБОРОДЬКО – доктор с.-г. наук,
ст.н.с.

А.В.ТИЩЕНКО

Інститут зрошуваного землеробства НААН

Постановка проблеми. В існуючих технологіях вирощування люцерни на насіння, у сучасних умовах господарювання, значне місце займають енергетичні витрати, які визначаються: способом сівби, режимом зрошення, роком використання травостоїв, вибором укусу, системою удобрення, захистом посівів від шкідників, хвороб і бур'янів, способом збирання врожаю та очищення насіння від карантинних бур'янів. При цьому скорочення будь-яких елементів технології вирощування люцерни на насіння, з метою економії енергетичних ресурсів, призводить до істотного недобору врожаю насіння культури.

Недостатня забезпеченість вологою на початку бутонізації люцерни призводить до засихання генеративних органів і, як наслідок, до істотного зниження урожаю насіння. В умовах Південного Степу уже в цей період на насіннєвій люцерні другого-третього року використання спостерігається зниження рівня передполивної вологості в 0-100 см шарі на важкосуглинкових ґрунтах до 60% НВ і 55% НВ – на чорноземах супіщаних. Відсутність у 0-100 см шарі запасів продуктивної вологи в критичний період, який проявляється на початку цвітіння насіннєвої люцерни, призводить до повного осипання бутонів і квіток, оскільки запас продуктивної вологи знижується до вологості в'янення.

Стан вивчення проблеми. Серед введених у культуру високобілкових кормових культур у високорозвинутих країнах Світу значне місце займає люцерна. Проте подальше розширення посівних площ цієї культури обмежується недостатньою забезпеченістю насіння, що пов'язано з складними біологічними особливостями та відсутністю оптимізованих технологій її вирощування. Однією із причин низького урожаю насіннєвої люцерни в господарствах Південного Степу є відсутність контролю за динамікою запасів продуктивної вологи в ґрунті, несвоєчасне проведення боротьби з шкідниками, застосування доз мінеральних добрив без врахування родючості ґрунтів і біологічних особливостей культури тощо.

При трирічному використанні люцерни на насіння, за чотири роки її життя, винос елементів мінерального живлення при урожайності насіння 4,2-4,6 ц/га складає: азоту – 450 кг/га, фосфору – 100 і калію –

Зрошуване землеробство

350 кг/га [2]. Роль азотних добрив у формуванні врожаю насіння люцерни до даного часу є дискусійною і ще недостатньо вивченою. У той же час внесення азотних добрив на чорноземі звичайному, особливо в нітратній формі, викликає пригнічення, а потім і загибель бульбочкових бактерій, оскільки люцерна за такої системи удобрення переходить на азотне живлення з добрив і ґрунту, внаслідок чого істотно зростають енергетичні витрати на її вирощування.

Тому отримання високих урожаїв кондиційного насіння люцерни, за роками використання насінневих посівів, особливо в сучасних умовах господарювання, можливе лише при оптимізованій системі використання енергетичних ресурсів.

Завдання і методика досліджень. Завдання наших досліджень полягало в установленні витрат сукупної енергії при вирощуванні люцерни на насіння і на їх основі оптимізації енергетичних витрат залежно від способу сівби, режиму зрошення, року використання насінневих посівів, вибору укусу, системи удобрення, захисту посівів від шкідників і хвороб, способу збирання урожаю та очищення насіння від карантинних бур'янів. Польові дослідження проводили в одно – дво – і трифакторних дослідках в чотирикратній повторності на темно-каштанових ґрунтах Білозерського і чорноземах супіщаних Цюрупинського району Херсонської області. Площа посівних ділянок – 120 м², облікових – 100 м². Динаміку чисельності шкідників і корисних комах здійснювали регулярними ентомологічними обліками шляхом відбору й аналізу ґрунтових і рослинних проб, застосування стандартних сачків. Вегетаційні поливи проводили дощувальною машиною ДДА-100 МА.

Темно-каштанові, середньосуглинкові ґрунти дослідного поля характеризуються середньою родючістю: вміст гумусу в орному шарі не перевищує 2,9-3,5%, легкогідролізованого азоту – 3,6-4,9 мг/100 г, рухомого фосфору – 4,3-5,4 мг/100 г ґрунту, відповідно, чорноземи супіщані низькою родючістю: гумусу – 1,87-1,92%, рухомого фосфору (за Мачигінім) – 0,80- 0,87 мг/100 г і обмінного калію – 10,00-12,00 мг/100 г ґрунту.

Більша частина атмосферних опадів за роки проведення дослідів (1995-2005 рр.) випадала в зимовий період, а весняні та літні опади за високої температури та низької відносної вологості повітря були недостатньо ефективними. Сума ефективних температур вище 5⁰С за роки досліджень у період вегетації насінневої люцерни для першого укусу становила 1445,4⁰С і 1805,8⁰С – для другого укусу.

Статистичну обробку експериментальних даних польових дослідів проводили за методиками польового дослідження Б.А.Доспєхова (1989), Херсонського державного аграрного університету та Інституту землеробства південного регіону УААН [4]. Енергетична ефективність технології вирощування люцерни на насіння визначалася за О.К.Медведовським, П.І. Іваненком (1988).

Всі технологічні прийоми по посіву, догляду і збиранню урожаю насіння люцерни проводили в оптимальні строки, прийняті для Південного Степу України.

Результати досліджень. Строки та способи сівби мають істотний вплив на насіннєву продуктивність люцерни. За насіннєвою продуктивністю широкорядковий спосіб сівби істотно перевищував звичайний рядковий у перший рік використання люцерни на насіння на 1,85 ц/га, у другий – на 0,60 і в третій рік – на 0,23 ц/га. Урожайність насіння за широкорядкового способу сівби на люцерні першого року плодоношення досягала 5,14 ц/га і другого – 5,02 ц/га. На третьому році використання люцерни на насіння врожайність широкорядкового способу сівби знижувалася до 3,10 ц/га, а звичайного рядкового – до 2,87 ц/га (табл.1).

Таблиця 1 – Витрати енергії на вирощування і збирання урожаю насіння люцерни залежно від способу сівби і року плодоношення культури (у середньому за 3 роки)

| Спосіб сівби | Рік плодоношення | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------------|--------------------|-----------|------------------------|--------------------|-----------|------------------------|--------------------|-------|
| | перший | | | другий | | | третій | | |
| | урожай- ність, ц/га | витрати енергії | | урожай- ність, ц/га | витрати енергії | | урожай- ність, ц/га | витрати енергії | |
| | | МДж /га | МДж /ц | | МДж /га | МДж /ц | | МДж/га | МДж/ц |
| Звичайний рядковий (15 см) | 3,29 | 16831 | 5116 | 4,42 | 21050 | 4762 | 2,87 | 22345 | 7786 |
| Широкорядковий (70 см) | 5,14 | 18021 | 3506 | 5,02 | 22240 | 4430 | 3,10 | 23535 | 7592 |

НІР₀₅ спосіб сівби – 0,41 ц/га; НІР₀₅ рік плодоношення – 0,15 ц/га.

Урожай насіння люцерни сорту Надежда у перший рік плодоношення за широкорядкового способу сівби, порівняно зі звичайним рядковим, був вищим на 56,2%, у другий – на 13,6 і у третій – на 8,0%. Витрати енергії на 1 ц насіння були низькими на першому році використання люцерни на насіння за широкорядкового способу сівби і складали 3506 МДж та 5116 МДж за звичайного рядкового, відповідно, 4430 і 4762 другому і 7592 та 7786 МДж на третьому році плодоношення культури.

Максимальну врожайність кондиційного насіння люцерни сорту Надежда – 5,17 ц/га, за різних років плодоношення, отримано на другому році плодоношення культури. Приріст урожаю насіння люцерни сорту Надежда, порівняно з сортом Херсонська 7, на першому році плодоношення становив 1,24 ц/га, або був вищим на 34,5%, другому – 0,90 (21,1) і на третьому році – 0,87 ц/га (34,1%).

Витрати енергії на виробництво 1 ц насіння люцерни сорту Надежда на першому році плодоношення становили 3731 МДж проти 5020 МДж сорту Херсонська 7. На другому і третьому роках використання

Зрошуване землеробство

посівів люцерни на насіння енергоємність 1 ц насіння люцерни сорту Надежда зростала до 4302-6881 МДж, а сорту Херсонська 7 – до 5208-9229 МДж (табл. 2).

Таблиця 2 – Витрати енергії на вирощування і збирання урожаю насіння люцерни залежно від року плодоношення культури (середнє за 3 роки)

| Рік плодоношення | Сорт люцерни | | | | | |
|------------------|-------------------|-----------------|--------|-------------------|-----------------|------|
| | Херсонська 7 | | | Надежда | | |
| | урожайність, ц/га | витрати енергії | | урожайність, ц/га | витрати енергії | |
| МДж/га | | МДж/ц | МДж/га | | МДж/ц | |
| Перший | 3,59 | 18021 | 5020 | 4,83 | 18021 | 3731 |
| Другий | 4,27 | 22240 | 5208 | 5,17 | 22240 | 4302 |
| Третій | 2,55 | 23535 | 9229 | 3,42 | 23535 | 6881 |

$НІР_{05}$ сорт – 0,39 ц/га; $НІР_{05}$ рік плодоношення – 0,21 ц/га.

Формування врожаю в першому укосі проходило при поступовому наростанні температури і більшій кількості опадів, через що врожай насіння люцерни за всі роки проведення дослідів був вищим у першому укосі, ніж у другому: по сорту Херсонська 7 – на 66,4% і по сорту Надежда – на 18,0%. Витрати сукупної енергії при вирощуванні люцерни на насіння в першому укосі першого року плодоношення культури становлять 18021 МДж/га і 26742 МДж/га – у другому.

Енергоємність 1 ц насіння у другому укосі, порівняно з першим, по сорту Херсонська 7 зростає на 6005 МДж (147,0%), а по сорту Надежда – на 2642 МДж, або 75,0% (табл. 3).

Таблиця 3 – Витрати енергії на вирощування і збирання урожаю насіння люцерни залежно від укосу (середнє за 3 роки)

| Укіс | Сорт люцерни | | | | | |
|---------|-------------------|-----------------|---------|-------------------|-----------------|------|
| | Херсонська 7 | | | Надежда | | |
| | урожайність, ц/га | витрати енергії | | урожайність, ц/га | витрати енергії | |
| МДж /га | | МДж /ц | МДж /га | | МДж /ц | |
| Перший | 4,41 | 18021 | 4086 | 5,12 | 18021 | 3520 |
| Другий | 2,65 | 26742 | 10091 | 4,34 | 26742 | 6162 |

$НІР_{05}$ укіс – 0,81 ц/га; $НІР_{05}$ сорт – 0,22 ц/га

Значний вплив на формування урожаю насіння люцерни, особливо в умовах зміни клімату, має зрошення [2]. Вирощування люцерни на насіння в Південному Степу в середньосухі (75%) і сухі (95%) по забезпеченості опадами роки без проведення вегетаційних поливів призводить до високих енергетичних витрат на виробництво 1 ц насіння, внаслідок чого виробництво його стає збитковим.

Витрати енергії на вирощування та збір урожаю насіння люцерни сорту Херсонська 7 без зрошення на першому році плодоношення

становить 11144 МДж/га і 20262 МДж на 1 ц насіння, відповідно, сорту Надежда – 11144 МДж/га і 16151 МДж.

Проведення одного вегетаційного поливу, у міжфазний період "початок відростання-початок бутонізації", незважаючи на збільшення витрат енергії на 1 га посіву на 2255 МДж, сприяє зниженню енергоємності 1 ц насіння сорту Херсонська 7 на 4768 МДж і на 3774 МДж – сорту Надежда.

Два вегетаційні поливи, призначені в міжфазні періоди "початок відростання-початок бутонізації" і "початок бутонізації-початок цвітіння", при зростанні сукупної енергії до 15986 МДж/га сприяють зниженню енергоємності 1 ц насіння сорту Херсонська 7 до 3498 МДж і – 2452 МДж сорту Надежда (табл. 4).

Собівартість 1 ц насіння при одному вегетаційному поливі, залежно від сорту, складає 264,8-334,6 грн., двох – 186,2-265,6 і трьох – 117,5-269,7 грн., проти 1090,6-1368,2 грн. без вегетаційних поливів.

Таблиця 4 – Енергетична ефективність режимів зрошення насіннєвої люцерни в південному Степу України (середнє за 3 роки)

| Кількість поливів за міжфазними періодами | | | | Урожайність, ц/га | Витрати на 1 га | | Собівартість 1 ц насіння, грн. | Умовно чистий прибуток з 1 га, грн. | Витрати енергії на 1 ц насіння, МДж |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------|--------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| П _в -П _б | П _б -П _ц | П _ц -М _ц | М _ц -Д _н | | МДж | грн. | | | |
| сорт Херсонська 7 | | | | | | | | | |
| Без поливів | | | | 0,55 | 11144 | 752,5 | 1368,2 | -367,5 | 20262 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 2,81 | 13399 | 940,2 | 334,6 | 788,8 | 4768 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 4,57 | 15986 | 1214,0 | 265,6 | 1453,0 | 3498 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 4,91 | 18574 | 1324,4 | 269,7 | 1629,6 | 3783 |
| сорт Надежда | | | | | | | | | |
| Без поливів | | | | 0,69 | 11144 | 752,5 | 1090,6 | -269,5 | 16151 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 3,55 | 13399 | 940,2 | 264,8 | 1208,8 | 3774 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 6,52 | 15986 | 1214,0 | 186,2 | 2845,4 | 2452 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 7,46 | 18574 | 1324,4 | 177,5 | 3596,6 | 2490 |

НІР₀₅ сорт – 1,68 ц/га; НІР₀₅ зрошення – 0,93 ц/га.

Примітка: П_в-П_б – початок відростання-початок бутонізації, П_б-П_ц – початок цвітіння і М_ц-Д_н – масове цвітіння-дозрівання насіння.

Проте проведення одного вегетаційного поливу нормою 600 м³/га у міжфазний період "початок відростання-початок бутонізації" дозволяє підтримувати оптимальну вологість ґрунту лише до фази бутонізації, а в критичний період (масове цвітіння) рівень передполивної вологості 0-100 см шару ґрунту знижується до вологості в'янення, що забезпечує отримання урожайності кондиційного насіння люцерни сорту Херсонська 7 до 2,81 ц/га і 3,55 ц/га – сорту Надежда.

При двох вегетаційних поливах тією ж нормою рівень передполивної вологості в міжфазний період "початок бутонізації-початок цвітіння"

Зрошуване землеробство

в шарі 0-100 см чорнозему супіщаного підтримується на рівні 57-60% НВ, і 65-70% НВ – на темно-каштанових ґрунтах, що забезпечує формування врожайності насіння люцерни сорту Херсонська 7 – 4,57 ц/га і 6,52 ц/га – сорту Надежда (рис. 1).

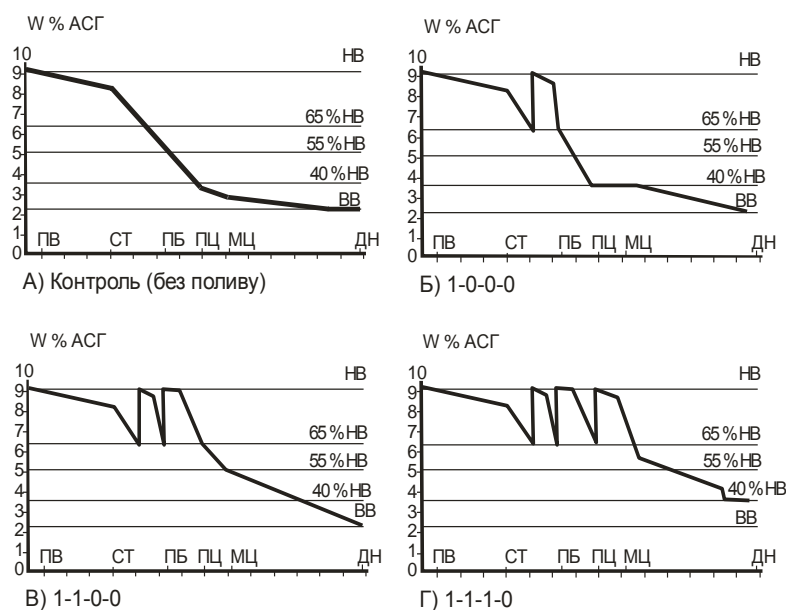


Рисунок 1. Динаміка запасів продуктивної вологи за фазами розвитку люцерни в шарі ґрунту 0-100 см залежно від режимів зрошення (середнє за 3 роки)

Примітка: АСГ – абсолютно сухого ґрунту; НВ – найменша вологоємність; ВВ – вологість в'янення; ПВ – початок відростання; СТ – стеблуння; ПБ – початок бутонізації; ПЦ – початок цвітіння; МЦ – масове цвітіння; ДН – дозрівання насіння.

Проведення третього вегетаційного поливу у міжфазний період “початок цвітіння-масове цвітіння” сприяє суттєвому зростанню врожайності кондиційного насіння у середньосухі (75%) і сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки: люцерни сорту Надежда до 7,46 ц/га і 4,91 ц/га – сорту Херсонська 7. У вологі (5%), середньовологі (25%) і середні (50%) за забезпеченістю опадами роки проведення третього вегетаційного поливу викликає стовбуріння обох сортів люцерни і зниження їх урожаю на 25-30%.

Відмінною особливістю системи удобрення насіннєвої люцерни є те, що вона тісно пов'язана з біологією її плодоутворення і повинна бути направлена на заторможення росту вегетативної маси і створення умов для розвитку генеративних органів – китиць, квіток, бобів і насіння в бобах [2, 3]. Не менш важливою особливістю також є те, що до 70-75% азоту, який міститься в урожаї вегетативної маси і насінні, припадає на частку азоту, фіксованого бульбочковими бактеріями культури [1].

Застосування азотних добрив, порівняно з фосфорно-калійними, на першому, другому і третьому роках плодоношення люцерни не забезпечує отримання істотного приросту врожаю насіння культури. Внесення повного мінерального добрива у варіанті $N_{120}P_{120}K_{180}$ без істотного збільшення урожайності кондиційного насіння (3,90-6,19 ц/га) призводить до значного зростання енергетичних витрат на 1 га посіву, які, залежно від року використання люцерни на насіння, досягають 31578-37092 МДж, та енергоємності виробництва 1 ц насіння, відповідно на першому році плодоношення – 5101 МДж, другому – 7131 і третьому – 9511 МДж (табл. 5).

Таблиця 5 – Енергетична та економічна ефективність застосування мінеральних добрив на насіннєвій люцерні сорту Надежда при зрошенні (середнє за 3 роки)

| Варіант | | Урожайність, ц/га | Витрати на 1 га | | Собівартість 1 ц насіння, грн. | Умовно чистий прибуток з 1 га, грн. | Витрати енергії на 1 ц насіння, МДж |
|-------------------------|------------------|-------------------|-----------------|--------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| добрива | рік плодоношення | | МДж | грн. | | | |
| Контроль (без добрив) | перший | 4,01 | 18021 | 1137,2 | 283,6 | 1669,8 | 4494 |
| | другий | 3,26 | 22240 | 1288,6 | 395,3 | 993,4 | 6822 |
| | третій | 2,22 | 23535 | 1315,8 | 592,7 | 238,2 | 10601 |
| $N_{120}P_{120}$ | перший | 6,06 | 30083 | 1583,3 | 261,3 | 2658,7 | 4964 |
| | другий | 4,85 | 34303 | 1651,1 | 340,4 | 1743,9 | 7073 |
| | третій | 3,25 | 35598 | 1678,3 | 516,4 | 596,7 | 10953 |
| $N_{120}K_{180}$ | перший | 6,00 | 30066 | 1402,9 | 233,8 | 2797,1 | 5011 |
| | другий | 4,37 | 34285 | 1500,8 | 343,4 | 1558,2 | 7845 |
| | третій | 3,95 | 35579 | 1528,0 | 386,8 | 1237,0 | 9007 |
| $P_{120}K_{180}$ | перший | 6,46 | 21162 | 1572,7 | 243,4 | 2949,3 | 3276 |
| | другий | 4,82 | 25381 | 1642,3 | 340,7 | 1731,7 | 5266 |
| | третій | 3,55 | 26676 | 1669,5 | 470,3 | 815,5 | 7514 |
| $N_{120}P_{120}K_{180}$ | перший | 6,19 | 31578 | 1705,3 | 275,5 | 2627,7 | 5101 |
| | другий | 5,05 | 35797 | 1752,8 | 349,2 | 1761,2 | 7131 |
| | третій | 3,90 | 37092 | 1780,0 | 456,4 | 950,0 | 9511 |

NP_{05} – добрива – перший рік – 0,48 ц/га;
другий – 0,41; третій – 0,73 ц/га.

Важливою біологічною особливістю люцерни є будова кореневої системи, яка вирішує важливу роль у системі живлення. В процесі свого онтогенетичного розвитку люцерна формує кореневу систему в шарі ґрунту 3-5 метрів, але використання поживних речовин із глибоких, мало забезпечених елементами мінерального живлення шарів ґрунту, є занадто слабким.

Застосування на насіннєвій люцерні фосфорно-калійних добрив ($P_{120}K_{180}$) при високій чутливості культури на фосфорно-калійне живлення та низьких енергетичних еквівалентах (1 кг д.р. фосфору – 12,6

Зрошуване землеробство

МДж і калію – 8,3 МДж) сприяє значному зниженню витрат енергії на виробництво 1 ц насіння, яке досягає на люцерні першого року плодоношення 3276 МДж, другого – 5266 і третього – 7514 МДж.

Висновки та пропозиції. Оптимізація енергетичних витрат, з урахуванням основних факторів впливу на формування урожаю насіння люцерни, дозволяє в умовах Південного Степу розробити енергозберігаючі технології вирощування культури, в тому числі при весняному і серпневому строках сівби першого, другого й третього року плодоношення культури, отриманні урожаю з першого та другого укосу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Адамень Ф.Ф. Азотфіксація та основні напрямки поліпшення азотного балансу ґрунтів / Адамень Ф.Ф. // Вісник аграрної науки. – К.: Аграрна наука, 1999. - № 2. – С. 9-16.
2. Голобородько С.П. Люцерна / Голобородько С.П., Снеговой В.С., Сахно Г.В. – Херсон: Айлант, 2007. – 328 с.
3. Лихочвор В.В. Рослинництво / Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В., Корнійчук О.В. – Львів: НВФ «Українські технології», 2010. – 1088 с.
4. Ушкаренко В.О. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві / Ушкаренко В.О., Нікіщенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. – Херсон: Айлант, 2008. – 272 с.