

Depending on the variant of the experiment, the humus supply in the soil layer of 0–20 cm of the field crop rotation amounts to 70.8–89.9 t/ha which is considered low according to the accepted gradation. Humus supply ranges from 301.9 t/ha to 396.8 t/ha in the meter layer of podzolized chernozem, so it can be attributed to the third class of natural fertility potential.

There is an increase in average annual changes in humus supply in the soil compared with the initial level in most variants of the experiment. Thus, an increase in the average annual humus supply in the soil layer of 0–20 cm is carried out in the variant with the introduction of  $N_{135}P_{135}K_{135}$  (0.02 t/ha). Applying organic fertilizers they increase in variants with high doses of manure (manure of 13.5 tons and manure of 18 tons) – 0.04 t/ha and 0.08 t/ha, respectively. Combined use of organic and mineral fertilizers contributes to the largest annual increase in the humus supply in the soil variant introducing 13.5 tons of manure +  $N_{68}P_{101}K_{54}$  – 0.17 t/ha.

Depending on doses of fertilizers, the amount of humic acids in the soil layer of 0–40 cm increases from 28.7 % to 37.4 % in the carbon content of the total humus indicating a high degree of humification of organic matter. An increase in the amount of fulvic acids is noted by 10–44 % compared with the check variant which leads to the reduction of the ratio  $C_{ha}: C_{fa}$ . However, the humus type in all experimental variants remains humatic. The proportion of insoluble residue decreases in comparison with the check variant and substantially depends on the dose of fertilizers.

**Keywords:** humus, humus substances, humic acids, fulvic acids, podzolized chernozem, soil fertility, fertilizers.

УДК 631.51:631.81:631.543.2:631.67:635.652.2

## ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ (*Phaseolus vulgaris* L.) ПРИ ЗРОШЕННІ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**В. О. Ушкаренко, доктор сільськогосподарських наук**

**С. О. Лавренко, кандидат сільськогосподарських наук**

**Д. О. Максимов, аспірант**

**Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет»**

В статті представлені результати енергетичного аналізу багаторічних польових досліджень з вивчення продуктивності рослин квасолі звичайної залежно від обробки ґрунту, мінеральних добрив та ширини міжряддя при зрошенні в умовах Південного Степу України. Запропоновані енергоощадні елементи технології вирощування культури, які дають змогу отримувати запланований рівень врожаю зерна квасолі звичайної при раціональному використанні матеріальних та природних ресурсів.

**Ключові слова:** квасоля звичайна, енергетична ефективність, обробіток ґрунту, мінеральні добрива, ширина міжряддя, зрошення.

**Постановка проблеми.** Світова енергетична криза, яка загострилася протягом останнього десятиріччя, примушує людство вести загальне виробництво, та сільськогосподарське зокрема, з найменшими витратами матеріальних й енергетичних ресурсів. Тому, розробка та впровадження у виробництво енергетично ефективних технологій є важливою виробничою

проблемою. Розгляд в цьому ключі питання вирощування сільськогосподарської продукції з найменшими енергетичними втратами, зокрема це стосується бобових культур. Це пояснюється здатністю рослин до симбіотичної азотфіксації, тим самим забезпечуючи себе та подальші культури в сівозміні біологічним азотом, зменшуючи використання мінеральних добрив.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Особливою популярністю в даний час користуються бобові культури так названого нішового кластеру, це нут, сочевиця, маш та квасоля, які в повній мірі задовольняють потреби людини. Квасоля звичайна здатна не тільки формувати високі врожаї зерна в умовах не зрошуваного і зрошуваного землеробства, а й акумулюючи азот в ґрунті поліпшувати енергетично-економічний баланс в господарстві [1–3]. Завдяки високій адаптивній здатності квасоля в сучасних умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва [4–6] ця культура відіграє особливе значення також в збалансуванні продовольчого кошика людини та частковому розв'язанні проблеми нестачі продовольчого білка.

Сільськогосподарські товаровиробники в усьому світі постійно удосконалюють технології вирощування квасолі [7], бажаючи отримувати максимальні врожаї за найменшими енергетичними витратами. Наші дослідження направлені на більш глибоке вивчення елементів технології вирощування квасолі та обґрунтування раціонального природокористування в умовах Південного Степу України.

**Методика досліджень.** Дослідження з удосконалення елементів технології вирощування квасолі в умовах півдня України проводились шляхом постановки трьохфакторного польового досліду на території сільськогосподарського кооперативу «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області. Польові досліди були закладені в чотириразовій повторності. Розташування варіантів здійснювалося методом розщеплених ділянок з частковою рендомізацією.

У польових дослідах вивчали такі фактори та їх варіанти: Фактор А – основний обробіток ґрунту: оранка на глибину 20–22 см; оранка на глибину 28–30 см; Фактор В – фон живлення: без добрив;  $N_{45}P_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}$ ; Фактор С – ширина міжряддя, см: 15; 30; 45; 60. Під час проведення досліджень керувалися загально визнаною методикою польових дослідів [8, 9] та енергетичної оцінки ефективності вирощування культур [10, 11].

Агротехніка вирощування квасолі була загально визнана для умов півдня України. Після збирання попередника (озима пшениця на зерно) проводили дворазове дискування стерні на глибину 6–8 та 10–12 см. Основний обробіток ґрунту виконували згідно схеми досліду. Під основний обробіток вносили мінеральні добрива згідно схеми дослідів. З метою додаткового знищення бур'янів і вирівнювання ґрунту проводили культивуацію на глибину 12–14 см. При настанні фізичної стиглості ґрунту весною проводили боронування БЗСС-1,0. Передпосівну культивуацію виконували на глибину заробки насіння. Сівбу виконували на глибину 5–7 см трактором МТЗ-80 з сівалкою СЗ-5,4 «Акорд». Насіння за 1–2 години до сівби обробляли біопрепаратами

селекційних високоефективних штамів бульбочкових бактерій. Після сівби поле прикочували кільчасто-шпоровими катками. Вологість ґрунту в період вегетації культури підтримували на рівні 75–80 % НВ. Поливи здійснювали дощувальною машиною ДДА-100 МА. Збирання проводили прямим комбайнуванням при повному дозріванні бобів.

**Результати досліджень.** При визначенні валової енергії в розрахунках ми приймали тільки основну частину врожаю квасолі звичайної (зерно), тому динаміка показників була аналогічною змінам урожаю від досліджуваних елементів технології вирощування (табл. 1). В середньому по досліді, величина валової енергії отримана за вирощування зерна культури при обробітку ґрунту на глибину 28–30 см перевищувала відповідні показники за більш мілкою обробітку на 2,2 %, що в абсолютних величинах становить 0,9 ГДж/га. Даний приріст від поглиблення, на нашу думку, є мало суттєвим. Зазначена тенденція мала подібний прояв при розгляді інших досліджуваних елементів.

Порівняльний аналіз надходження валової енергії за різних фонів живлення показав, що за вирощування квасолі звичайної на фоні природної родючості при зрошенні водами II класу якості (Інгулецький зрошуваний масив) показник, в середньому по досліді, склав 34,5–35,3 ГДж/га. Це було мінімальним значенням порівняно з варіантами, де вносили мінеральні добрива. Внесення  $N_{45}P_{45}$  збільшило надходження валової енергії при виконанні оранки на глибину 20–22 см на 24,9, а на глибину 28–30 см – на 25,2 %. На максимальному з досліджуваних фонів живлення надходження валової енергії було найбільшим, як за обробітку ґрунту на глибину 28–30 та 20–22 см, що склало 46,5 та 45,7 ГДж/га, відповідно. Порівнюючи ці показники з попередньою нормою добрив та контролем (без добрив) зростання валової енергії склало 5,6 та 32,1 %, відповідно.

**1. Надходження валової енергії при вирощуванні зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2014–2016 рр.), ГДж/га**

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				Середнє
		15	30	45	60	
20–22	без добрив	26,0	32,1	44,3	35,5	34,5
	$N_{45}P_{45}$	33,2	40,4	54,6	44,3	43,1
	$N_{90}P_{90}$	35,5	42,6	58,3	46,3	45,7
Середнє		31,6	38,4	52,4	42,0	41,1
28–30	без добрив	26,3	32,8	45,6	36,4	35,3
	$N_{45}P_{45}$	33,7	41,3	56,0	45,6	44,2
	$N_{90}P_{90}$	36,0	43,4	59,5	47,1	46,5
Середнє		32,0	39,2	53,7	43,0	42,0

Сівба квасолі звичайної з міжряддям 15 см забезпечувала найменше надходження валової енергії з урожаєм зерна – 31,6–32,0 ГДж/га. Розширення

міжряддя до 30 см сприяло збільшенню продуктивності культури і, відповідно, надходженню енергії. За цих умов валова енергія, яка акумулювалася в урожаї, складала від 32,1 до 43,4 ГДж/га, що було більшим порівняно із звичайним рядковим посівом на 22,0 %. Максимальних значень аналізуємий показник був за сівби квасолі з міжряддям 45 см – 44,3–59,5 ГДж/га. Подальше збільшення відстані між рядками негативно позначилося на величині валової енергії. Її вміст у господарського-цінній продукції зменшився за оранки на глибину 20–22 см на 24,8, а за обробітку на 28–30 см – на 24,9 %.

Витрати енергії на вирощування квасолі суттєво різнилися за досліджуваними елементами технології (табл. 2). Витрати за варіантами досліду на проведення оранки на глибину 20–22 см коливались від 21,3 до 33,8 ГДж/га. Поглиблення оброблюваного шару ґрунту на 8 см вимагало збільшення витрат енергії, в середньому по досліді, на 1,1 %.

## 2. Витрати енергії на вирощування зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2014–2016 рр.), ГДж/га

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				Середнє
		15	30	45	60	
20–22	без добрив	21,3	21,9	23,3	22,3	22,2
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub>	26,7	27,4	29,0	27,9	27,8
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	31,4	32,3	33,8	32,6	32,5
Середнє		26,5	27,2	28,7	27,6	27,5
28–30	без добрив	21,5	22,3	23,6	22,6	22,5
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub>	26,9	27,7	29,3	28,2	28,0
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	31,6	32,5	34,2	32,8	32,8
Середнє		26,7	27,5	29,0	27,9	27,8

Виробництво будь-яких матеріальних ресурсів вимагає витрачання великої кількості енергії, особливо синтетичних мінеральних добрив. На варіантах без внесення добрив кількість енергії витраченої на вирощування зерна квасолі коливалась від 21,3 до 23,6 ГДж/га. Внесення N<sub>45</sub>P<sub>45</sub> збільшило витратну частину балансу, в середньому по досліді, на 24,8 %. Подвоєння кількості внесених елементів живлення збільшило витрати енергії на вирощування культури на 17,4 %.

Різниця у витратах енергії за вирощування культури при різних міжряддях була обумовлена додатковими витратами на сівбу та догляд за посівами. При сівбі звичайним рядковим способом витрати енергії коливались від 21,3 до 31,6 ГДж/га. Черезрядний посів квасолі (міжряддя 30 см) збільшив витрати енергії, в середньому по досліді, на 2,8 % – до 21,9–32,5 ГДж/га. Найбільші витрати були при сівбі культури з міжряддям 45 см, які за варіантами дослідів коливались від 23,3 до 34,2 ГДж/га. При ширині міжряддя 60 см витрати енергії зменшилися порівняно з шириною міжряддя 45 см. Ця тенденція пояснюється зменшенням витрат на доробку меншої

кількості отриманого врожаю. За цих умов витрати енергії на вирощування квасолі склали від 22,3 до 32,8 ГДж/га.

Приріст енергії від вирощування зерна квасолі показує той надлишок енергії, який утворився після компенсації витратної частини. В даному розрахунку приймається тільки господарсько-цінна продукція та не враховується вегетативна, коренева системи та позитивний вплив на ґрунті, агрохімічні та біологічні властивості.

Згідно отриманим розрахункам приріст енергії коливався в досить широких межах – від 4,7 до 26,7 ГДж/га (табл. 3).

### 3. Приріст енергії від вирощування зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2014–2016 рр.), ГДж/га

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				Середнє
		15	30	45	60	
20–22	без добрив	4,7	10,2	21,0	13,2	12,3
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub>	6,5	13,0	25,6	16,4	15,4
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	4,1	10,3	24,5	13,7	13,2
Середнє		5,1	11,2	23,7	14,4	13,6
28–30	без добрив	4,8	10,5	22,0	13,8	12,8
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub>	6,8	13,6	26,7	17,4	16,1
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	4,4	10,9	25,3	14,3	13,7
Середнє		5,3	11,7	24,7	15,2	14,2

Приріст енергії за оранки на глибину 20–22 см склав, в середньому по досліді, 13,6 ГДж/га, що менше за обробіток на глибину 28–30 см на 0,6 ГДж/га або 4,4 %.

Досліджувані фони живлення показали абсолютну перевагу у надходженні енергії варіантів внесення мінеральних добрив нормою N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>. Так, за полицевого обробітку на глибину 20-22 см, цей показник дорівнював 15,4, а на 28–30 см – 16,1 ГДж/га. Порівняння з неудобреними варіантами показало суттєве зростання приросту енергії, яке склало в середньому за роки досліджень, 25,5 %. На максимальному досліджуваному фоні живлення приріст не зріс, а, навпаки, зменшився до рівня контрольних варіантів (без добрив). На цьому варіанті приріст енергії від вирощування зерна квасолі коливався від 4,1 до 25,3 ГДж/га.

Залежність приросту енергії від зміни ширини міжряддя була подібною до побудови оберненої параболи. Найменший показник був за ширини міжряддя 15 см (4,7–6,8 ГДж/га). Збільшення відстані між рядками рослин до 30 см збільшило аналізуємий показник до 10,2–13,6 ГДж/га, досягаючи максимальних значень за ширини міжряддя 45 см – 21,0-26,7 ГДж/га. При подальшому збільшенні відстані між рядками квасолі приріст енергії значно знизився і коливався від 13,2 до 17,4 ГДж/га.

Коефіцієнт енергетичної ефективності, згідно розрахунків був вищим за

одиниці, що свідчить про енергоефективність усіх досліджуваних елементів технології вирощування квасолі звичайної (табл. 4). Дослідження глибини полицевого обробітку ґрунту демонструє відсутність суттєвої різниці від поглиблення. Згідно розрахунків розбіжність в показниках коефіцієнту енергетичної ефективності складала лише 0,01 або 0,7 %.

#### 4. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування зерна квасолі звичайної залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2014–2016 рр.),

Глибина оранки, см	Фон живлення	Ширина міжряддя, см				Середнє
		15	30	45	60	
20–22	без добрив	1,22	1,46	1,90	1,59	1,54
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub>	1,24	1,47	1,88	1,59	1,55
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	1,13	1,32	1,72	1,42	1,40
Середнє		1,20	1,42	1,83	1,53	1,50
28–30	без добрив	1,22	1,47	1,93	1,61	1,56
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub>	1,25	1,49	1,91	1,62	1,57
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	1,14	1,34	1,74	1,44	1,42
Середнє		1,20	1,43	1,86	1,56	1,51

Коефіцієнт енергетичної ефективності мав найвищі показники на варіантах, де мінеральні добрива не вносили – 1,22–1,93. Застосування мінеральних добрив нормою N<sub>45</sub>P<sub>45</sub> в технологічній схемі вирощування культури призвело до незначного збільшення коефіцієнту, в середньому по досліді, на 0,01. Це пояснюється великими витратами, які увійшли до загального балансу при обрахунках норм добрив. За внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub> коефіцієнт енергетичної ефективності знизився та склав за оранки на 20–22 см 1,40, а на 28–30 см – 1,42. Таке суттєве зменшення пояснюється значними енергетичними витратами від додаткового внесення азотних та фосфорних добрив та незначним приростом врожаю порівняно з нормою добрив N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>.

За сівби квасолі звичайним рядковим способом показник, в середньому за роки досліджень, складав 1,13–1,25. Загущення рослин в рядку, в наслідок розширення міжряддя від 15 до 45 см призвело до збільшення коефіцієнту енергетичної ефективності з 1,13 до 1,93. Розширення ширини міжряддя вдвічі призвело до збільшення показника за оранки на 20–22 см на 18,3, а на 28–30 см – на 19,2 %. Максимальних значень коефіцієнт енергетичної ефективності досяг за ширини міжряддя 45 см. За цих умов він коливався від 1,72 до 1,93. Подальше збільшення міжряддя до 60 см привело до зменшення коефіцієнту порівняно з попереднім показником на 30 %.

**Висновки.** Згідно проведеного енергетичного аналізу елементів технології вирощування зерна квасолі звичайної при зрошенні найбільший приріст енергії – 26,7 ГДж/га та високий коефіцієнт енергетичної ефективності – 1,91 був при виконанні оранки на глибину 28–30 см, внесення

мінеральних добрив нормою N<sub>90</sub>P<sub>90</sub> та сівба з шириною міжряддя 45 см. Також, на нашу думку, найбільш енергоефективним є оранка на глибину 20–22 см, внесення мінеральних добрив нормою N<sub>45</sub>P<sub>45</sub> та сівба з міжряддям 45 см за виконання яких приріст енергії склав – 25,6 ГДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності – 1,88.

### Література

1. Chandra R., Rajput C. B. S., Singh K. P. and other. A note of the effect of nitrogen, phosphorus and Rhizobium culture on growth and yield of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Haryana Journal of Horticultural Sciences*. 1987. Vol. 16 (1). P. 145–147.

2. Dahatonde B. N., Nalawar R. V. Effect of nitrogen and irrigation levels on yield and water use efficiency of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Indian Journal of Agronomy*. 1996. Vol. 41 (2). P. 265–268.

3. Hegde D. M., Dwivedi B. S. Integrated nutrient supply and management as a strategy to meet nutrient demand. *Fertiliser News*. 1993. Vol. 38 (12). P. 49–59.

4. Kumar A., Omae H., Egawa E. and other. Adaptation to heat and drought stresses in snap bean (*Phaseolus vulgaris*) during reproductive stage of development. *Japanese Agricultural Research Quarterly*. 2006. Vol. 40. P. 213–216.

5. Omae H., Kumar A., Egawa E. and other. Genotypic differences in plant water status and relationship with reproductive responses in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during water stress. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*. 2005. Vol. 49. P. 1–7.

6. Omae H., Kumar A., Egawa E. and other. Assessing drought tolerance of snap bean (*Phaseolus vulgaris*) from genotypic differences in leaf water relations, shoot growth and photosynthetic parameters. *Plant Production Science*. 2007. Vol. 10. P. 28–35.

7. Jaiswal H. K., Singh U. P., Singh O. N. and other. Technological basis for increasing production of French bean in plains. *Indian Farming*. 1997. Vol. 47 (1). P. 15–18.

8. Ушкаренко В. О., Коковіхін С. В., Вожегова Р. А., та ін. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство). Херсон: Грінь. 2014. 448 с.

9. Ушкаренко В. О., Найденьова В. О., Лазер П. Н. та ін. Наукові дослідження в агрономії. Херсон: Грінь. 2016. 316 с.

10. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур. Волгоград. 1985. 30 с.

11. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай. 1988. 208 с.

### References

1. Chandra R., Rajput C.B.S., Singh K.P. and other. (1987). A note of the effect of nitrogen, phosphorus and Rhizobium culture on growth and yield of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Haryana Journal of Horticultural Sciences*, 1987, no. 16 (1), p. 145–147. (in English).

2. Dahatonde B.N., Nalawar R.V. (1996). Effect of nitrogen and irrigation levels on yield and water use efficiency of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Indian Journal of Agronomy*, 1996, no. 41 (2), p. 265–268. (in English).

3. Hegde D.M., Dwivedi B.S. (1993). Integrated nutrient supply and management as a strategy to meet nutrient demand. *Fertiliser News*, 1993, no. 38(12), p. 49–59. (in English).

4. Kumar A., Omae H., Egawa E. and other. (2006). Adaptation to heat and drought stresses in snap bean (*Phaseolus vulgaris*) during reproductive stage of development. *Japanese Agricultural Research Quarterly*, 2006, no. 40, p. 213–216. (in English).

5. Omae H., Kumar A., Egawa E. and other. (2005). Genotypic differences in plant water status and relationship with reproductive responses in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during water stress. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 2005, no. 49, p. 1–7. (in English).

6. Omae H., Kumar A., Egawa E. and other. (2007). Assessing drought tolerance of snap bean (*Phaseolus vulgaris*) from genotypic differences in leaf water relations, shoot growth and photosynthetic parameters. *Plant Production Science*, 2007, no. 10, p. 28–35. (in English).

7. Jaiswal H.K., Singh U.P., Singh O.N. and other. (1997). Technological basis for increasing production of French bean in plains. *Indian Farming*, 1997, no. 47 (1), p. 15–18. (in English).

8. Ushkarenko V.O., Kokokhin SV, Vozhegova R.A., Goloborodko S.P. (2014). Method of field experiment (irrigated agriculture). Kherson: Grin D.S., 2014. 448 p. (in Ukrainian).

9. Ushkarenko V.O., Najdenova V.O., Laser P.N., Sviridov O.V., Lavrenko S.O., Lavrenko N.M. (2016). Scientific research in agronomy. Kherson: Grin D.S., 2016. 316 p. (in Ukrainian).

10. Energy efficiency of cultivation of agricultural crops (1985). Volgograd, 1985. 30 p. (In Russian).

11. Medvedovsky O.K., Ivanenko P.I. (1988). Energy analysis of intensive technologies in agricultural production. Kyiv: Harvest, 1988. 208 p. (in Ukrainian).

Одержано 17.11.2017

#### *Аннотация*

**Ушкаренко В. А., Лавренко С. О., Максимов Д. А.**

***Энергетическая эффективность выращивания фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) при орошении в условиях Южной Степи Украины***

*Особой популярностью в настоящее время пользуются бобовые культуры с так называемого нишевого кластера, такие как нут, чечевица, маш и фасоль, которые в полной мере удовлетворяют потребности человека. Фасоль обыкновенная способна не только формировать высокие урожаи зерна в условиях не орошаемого и орошаемого земледелия, но и аккумулируя азот в почве улучшать энергетически-экономический баланс в хозяйстве. Исследования по усовершенствованию элементов технологии выращивания фасоли в условиях юга Украины проводились путем постановки трехфакторного полевого опыта. Расположение вариантов осуществлялось методом расщепленных участков с*



частичной рендомизацией.

В полевых опытах изучали такие факторы и их варианты: Фактор А – основная обработка почвы: вспашка на глубину 20–22 см; вспашка на глубину 28–30 см; Фактор В – фон питания без удобрений;  $N_{45}P_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}$ ; Фактор С – ширина междурядья, см: 15; 30; 45; 60.

Исследование глубины отвальной обработки почвы демонстрирует отсутствие существенной разницы от углубления. Согласно расчетам расхождение в показателях коэффициента энергетической эффективности составляла лишь 0,01 или 0,7 %.

Коэффициент энергетической эффективности достигал максимальных значений на вариантах, где минеральные удобрения не вносили – 1,22–1,93. Применение минеральных удобрений нормой  $N_{45}P_{45}$  в технологической схеме выращивания культуры привело к незначительному увеличению коэффициента, в среднем по опыту, на 0,01. При внесении  $N_{90}P_{90}$  коэффициент энергетической эффективности снизился и составил при вспашке на 20–22 см 1,40, а на 28–30 см – 1,42.

Расширение междурядья с 15 до 45 см привело к увеличению коэффициента энергетической эффективности с 1,13 до 1,93. Дальнейшее увеличение междурядья до 60 см привело к уменьшению показателя по сравнению с предыдущим показателем на 30 %.

Согласно проведенного энергетического анализа элементов технологии выращивания зерна фасоли обыкновенной при орошении наибольший прирост энергии – 26,7 ГДж/га и высокий коэффициент энергетической эффективности – 1,91 был при выполнении вспашки на глубину 28–30 см, внесении минеральных удобрений нормой  $N_{90}P_{90}$  и посева с шириной междурядья 45 см. Также, по нашему мнению, наиболее энергоэффективным является вспашка на глубину 20–22 см, внесение минеральных удобрений нормой  $N_{45}P_{45}$  и посев с междурядьями 45 см при выполнении которых прирост энергии составил – 25,6 ГДж/га, а коэффициент энергетической эффективности – 1,88.

**Ключевые слова:** фасоль обыкновенная, энергетическая эффективность, обработка почвы, минеральные удобрения, ширина междурядья, орошение.

#### **Annotation**

**Ushkarenko V.A., Lavrenko S.O., Maksymov D.A.**

#### **Energy efficiency of Haricot Beans cultivation (*Phaseolus vulgaris* L.) under Irrigation in the Southern Steppe of Ukraine**

Legumes from the so-called niche cluster are especially popular now, they are chickpeas, lentils, mung beans and haricot beans, which fully satisfy human needs. Haricot beans can not only form high grain yields under conditions of both irrigated and non-irrigated agriculture, accumulate nitrogen in the soil, and also improve energy and economic balance in the farm. The research on the improvement of the elements of the cultivation technology of haricot beans in the south of Ukraine was carried out using a three-factor field experiment. The field experiments were repeated four times. The location of the variants was carried out using a split plot method with partial randomization.

In the field experiments, the following factors and their variants were examined: Factor A – basic soil tillage: tillage of 20–22 cm deep; tillage of 28–30 cm deep; Factor B – nutrition background: no fertilizer;  $N_{45}P_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}$ ; Factor C – the width of row spacing, cm: 15; 30; 45; 60.

The research on the depth of tillage shows that there is no significant difference in the deepening. According to the calculations, the difference in the energy efficiency coefficient is only 0,01 or 0,7 %.

The energy efficiency coefficient was the highest in the variants where mineral fertilizers had not been applied – 1,22–1,93. The application of mineral fertilizers with the norm  $N_{45}P_{45}$  in the technological scheme of the crop cultivation resulted in an insignificant increase in the coefficient by 0,01 on average in the experiment. When  $N_{90}P_{90}$  was applied, the energy efficiency

coefficient decreased and was 1.40 under tillage of 20–22 cm deep, and 1.42 under tillage of 28–30 cm deep.

The widening of the row from 15 to 45 cm led to an increase in the energy efficiency coefficient from 1,13 to 1,93. A further increase in the row spacing to 60 cm resulted in a 30 % decrease in the figure compared to the previous figures.

According to the energy analysis of the elements of the technology of growing haricot beans under irrigation the largest increase in energy – 26,7 GJ/ha and a high energy efficiency coefficient – 1,91 were under tillage of 28–30 cm deep, the application of mineral fertilizers with the norm  $N_{90}P_{90}$  and the row width of 45 cm. In addition in our opinion, the most efficient is the tillage of 20–22 cm deep, the application of mineral fertilizers with the norm  $N_{45}P_{45}$  and sowing with the spacing of 45 cm under these conditions the energy increase was – 25,6 GJ/ha, and the energy efficiency coefficient was 1,88.

**Key words:** haricot beans, energy efficiency, soil tillage, mineral fertilizers, row spacing, irrigation.

УДК 633.854.78:631.527:632.9

## НОВІ ЛІНІЇ СОНЯШНИКУ ЗІ ЗМІНЕНИМ ВМІСТОМ ІЗОМЕРІВ ТОКОФЕРОЛІВ

**Н. С. Харитоненко, молодший науковий співробітник**

**В. В. Кириченко, доктор сільськогосподарських наук**

**В. В. Поздняков, кандидат біологічних наук**

**О. В. Анциферова, молодший науковий співробітник**

**Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН**

*Наведено результати вивчення ліній соняшнику, що мають у своєму складі різний перерозподіл токоферолів. Вивчено батьківські компоненти та інцухт-покоління за вмістом ізомерів токоферолів. Встановлено, що лінії соняшнику селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва представлено в основному,  $\alpha$ -формою, а створені лінії мають у своєму складі весь спектр ізомерів. Виділено лінійний матеріал з різним вмістом ізомерів токоферолів.*

**Ключові слова:** селекція на якість, соняшник, антиоксидантна здатність, ізомер, токоферол

**Постановка проблеми.** Нині в економічно розвинених країнах спостерігається тенденція збільшення споживання рослинних олій замість жирів тваринного походження, що мають низку недоліків. Така зацікавленість зумовлена не тільки економічними перевагами, а й підвищенням рівня знань значення ліпідів і компонентів жирів для організму людини. Традиційною олією для населення України є соняшникова. Завдання, що стоїть перед сучасними селекціонерами полягає не тільки в створенні гібридів з максимальними показниками врожайності та високого вмісту олії, але й в якості готового продукту [1].

Сучасні методи селекції соняшнику на якість дозволяють створювати гібриди, які задовольняють харчові потреби населення та вимоги переробної