



UDC 631.6:634

DOI: 10.48077/scihor.23(12).2020.7-17

OPTIMISATION OF THE VEGETABLE BEAN PRODUCTION PROCESS BY SELECTING VARIETIES AND USING DRIP IRRIGATION

Viacheslav Yatsenko*

Uman National University of Horticulture
20300, 1 Instytutska Str., Uman, Ukraine

Article's History:

Received: 07.11.2020

Revised: 03.12.2020

Accepted: 18.12.2020

Suggested Citation:

Yatsenko, V. (2020). Optimisation of the vegetable bean production process by selecting varieties and using drip irrigation. *Scientific Horizons*, 23(12), 7-17.

*Corresponding author.

Abstract. For the agricultural sector, there is a current trend of expanding the range of vegetables. Modern agricultural production is impossible without the cultivation of legumes – a cheap source of vegetable protein and one of the important links on which depends the balance of organic matter in the soil. The purpose of the study conducted in 2019-2020 was to investigate the cultivar specifics and the influence of drip irrigation on the growth and yield of vegetable beans and the development of a symbiotic system. Field, laboratory, statistical, and calculation-analytical methods were used for research. Studies have indicated that the use of drip irrigation contributed to the earlier emergence of seedlings, reduced interphase periods and earlier receipt of vegetable products by 4-7 days, depending on the cultivar. The weight of green beans increased by 35.9-41.9 g, depending on the cultivar. Yields of green beans increased by 3.5 t/ha (32.1%) in Karadag cultivar, 3.6 t/ha (31.3%) in Windsor cultivar and 4.2 t/ha (39.2%) in Ukrainian Sloboda and Windsor cultivars. Among the experimental variants, the most productive cultivar on the dry-farming lands was the Ukrainian Sloboda, and on irrigated lands – Belarusian, Ukrainian Sloboda, and Windsor. The results indicate that the most developed nodulation apparatus was established in the Ukrainian Sloboda cultivar, where the largest mass was developed, but tubers on the plant were small (0.9 g on dry-farming lands and 1.3 g on irrigated lands). In general, drip irrigation contributed to the improved development of legume-rhizobial symbiosis of vegetable bean plants. The mass of the tubers on the drip irrigation increased by 0.3 g/plant regardless of the cultivar, and their number increased by 1.5-9.0 pcs/plant. The presented results give an idea of the functioning of the legume agrocenosis and the impact of irrigation on the main quality indicators of the product. Further research lies in the examination of the modes (rates, timing, multiplicity) of irrigation and their impact on the productivity of vegetable bean plants

Keywords: biochemical parameters, nodulation apparatus, weight of green beans, yield of green beans

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ БОБУ ОВОЧЕВОГО ШЛЯХОМ ДОБОРУ СОРТІВ І ЗАСТОСУВАННЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Вячеслав Васильович Яценко

Уманський національний університет садівництва
20300, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Україна

Анотація. Для галузі землеробства актуальна тенденція розширення асортименту вирощування овочевих культур. Сучасне сільськогосподарське виробництво неможливе без вирощування бобових культур – дешевого джерела рослинного білка і однієї з важливих ланок, від якої залежить баланс органічної речовини в ґрунті. Метою досліджень, що проводилися у 2019–2020 рр., було вивчення сортових особливостей і вплив краплинного зрошення на ріст і урожайність бобу овочевого та формування симбіотичної системи. Для досліджень використовували польові, лабораторні, статистичні і розрахунково-аналітичні методи. Проведені дослідження дали змогу встановити, що застосування краплинного зрошення сприяло більш ранній появі сходів, скороченню міжфазних періодів і більш ранньому надходженню овочевої продукції на 4–7 діб залежно від сорту. Маса зелених бобів зростала на 35,9–41,9 г залежно від сорту. Урожайність зелених бобів збільшувалася на 3,5 т/га (32,1 %) у сорту Карадаг, 3,6 т/га (31,3 %) у сорту Віндзорські та 4,2 т/га (39,2 %) у сортів Українські слобідські і Віндзорські. Серед дослідних варіантів найбільш врожайним на богарі був сорт Українські слобідські, а на зрошенні – Білоруські, Українські слобідські та Віндзорські. Результати вказують, що найбільш розвинутий нодуляційний апарат формувалася у сорту Українські слобідські, де формувалася найбільша маса, проте дрібних бульбочок на рослині (0,9 г на богарі та 1,3 г на зрошенні). Загалом краплинне зрошення сприяло покращеному розвитку бобово-ризобіального симбіозу рослин бобу овочевого. Маса бульбочок на краплинному зрошенні зростала на 0,3 г/росл. незалежно від сорту, а їх кількість – на 1,5–9,0 шт./росл. Представлені результати дають уявлення про функціонування бобового агроценозу та вплив зрошення на основні якісні показники продукту. Подальші дослідження полягають у вивченні режимів (норм, строків, кратності) зрошення та їх вплив на продуктивність рослин бобу овочевого

Ключові слова: біохімічні показники, маса зелених бобів, нодуляційний апарат, урожайність зелених бобів

ВСТУП

Однією з найважливіших проблем сільського господарства України нині є дефіцит рослинного білка, рівноцінного тваринному. Боби є важливим джерелом біологічного азоту в землеробстві, значення якого особливо зросло в умовах погіршення екологічного стану довкілля та нестачі азотних добрив. Частка біологічного азоту в азотному балансі дуже мала і становить приблизно 5 %, а за створення відповідних умов для функціонування бобово-ризобіальної системи вона може збільшуватися до 30 %.

В умовах зростання вартості техногенних ресурсів та екологічної напруженості для забезпечення сталого функціонування агроєкосистем, необхідні альтернативні підходи до розробки агротехнологій, що базуються на концепції біологізації землеробства та надання йому ресурсозберігаючого та сталого напрямку розвитку. На основі цього підбір сортів бобів і їх вирощування на краплинному зрошенні є актуальною проблемою

овочівництва і сільськогосподарського виробництва загалом.

Боби – рід однорічних трав'янистих рослин родини Бобові. Боби належать до порядку бобовоцвіті (ordo *Fabales Nakai*), родини Бобові (*Fabaceae*), роду *Faba* Medik, який представлений двома видами: боби Плінія (*F. Plinina* Trabut.) і боби кінські (*F. Bona* Medik.) (син. *Vicia faba* L., *Faba vulgaris* Moench., *Faba sativa* Bernh.). *Vicia faba major*, крупнозернистий (маса 1000 зерен досягає 2500 г), звані також бобами, або овочевими бобами, використовуються в овочівництві [1; 2].

У сучасному світі при високій поживній цінності насіння бобів, зростає їх харчове значення [3]. Серед овочевих культур вони лідирують за вмістом білка й амінокислот. Боби в технічній стиглості – цінний продукт харчування. У цій фазі в бобах міститься 6–15 % білка (узрілому насінні – до 35 %), 4,2 % вуглеводів, з них 2,6 % цукру, а також велика кількість мінеральних солей, в основному калію, кальцію, фосфору, магнію, сірки та заліза.

Зелені боби багаті вітамінами групи В, яким належить важлива роль у запобіганні явищ старіння та склерозу. У зернах міститься 1 % клітковини, 0,7 % золи, 80 % води. За калорійністю боби в 3,5 рази перевищують картоплю і в 6 разів – кукурудзу [4; 5].

Насичення сівозміни бобами сприяє покращенню структури ґрунту та його мінерального складу. Після збирання зернобобових культур на 1 га в ґрунті залишається 20–70 ц кореневих і пожнивних залишків, у яких міститься 45–130 кг азоту, 10–20 кг фосфору та 20–70 кг калію. На коренях формуються азотфіксуючі бульбочки, однак не всі сформовані бульбочки однаково інтенсивно фіксують азот з повітря. Бактерії, що утворюють дрібні бульбочки, як правило, фіксують мало азоту або зовсім не фіксують його [6]. При створенні сприятливих умов для бобово-ризобіального симбіозу, зернові бобові культури можуть фіксувати в середньому 120–140 кг/га азоту [7; 8].

На сьогодні при вирощуванні овочів, оптимізація зрошувального режиму як фактора, має першочергове значення. Він визначає ефективність технології та якість врожаю, загальні витрати, потребу у воді та енергетичних ресурсах [9; 10]. Досвід передових фермерських господарств і дані науково-дослідних установ показують, що належна практика ведення господарювання та оптимальний режим зрошення сприяє утворенню високих і стабільних врожаїв овочевих культур [11–13]. Загальновідомо, що витрати на зрошення та продуктивність рослин змінюються залежно від методів зрошення. Тому краплинне зрошення є перспективним у вирощуванні овочевих культур [14]. Краплинне зрошення більш ефективно, порівняно з іншими видами зрошення як за врожайністю сільськогосподарських культур, так і за економією води [15].

За належної агротехніки спостерігається збільшення врожайності таких культур: салат [16]; цукровий буряк [17; 18]; кавун [19]; цибуля [20] та квасоля [21]. Боби зазвичай вирощуються без зрошення, але в нестабільних умовах клімату краплинне зрошення стає необхідністю й може істотно покращити ефективність технології вирощування [22–24].

Метою даної роботи є виявлення сортових особливостей формування високого рівня врожайності зелених бобів за краплинного зрошення та формування нодуляційного апарату рослин в умовах Лісостепу України. Вперше в умовах

Лісостепу України отримано експериментальні дані, пов'язані з формуванням товарного врожаю зелених бобів бобу овочевого на краплинному зрошенні.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження з вивчення технології вирощування сортів бобів овочевих в умовах Правобережного Лісостепу України, проводилися у 2019–2020 рр. на дослідному полі кафедри овочівництва навчально-виробничого відділу Уманського НУС за схемою, яка включала вісім варіантів. Схема двофакторного дослідження включала сорти бобів овочевих: Карадаг st (стандарт), Українські слобідські, Білоруські, Віндзорські – які вирощували без зрошення і на краплинному зрошенні, підтримуючи вологість ґрунту на рівні 80 % до технічної стиглості бобів. Закладання дослідів виконували методом рендомізації. Повторність дослідження – чотириразова. Площа дослідної ділянки – 10 м². Посів бобів проводили 5 квітня у 2019 році і 10 квітня у 2020 році, за схемою 60×10 см.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий з гумусовим горизонтом (вміст гумусу близько 1,5 %) товщиною 40–45 см; рН (сольове) – 6,65. В орному шарі міститься 108,7 мг/кг ґрунту легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом); 59 мг/кг – рухомого фосфору (за Чиріковим); 120,5 мг/кг – обмінного калію (за Чиріковим). Об'ємна маса ґрунту становить 1,26–1,34 г/см³, найменша польова вологоємність – 16,2 % в орному і 14,6 % у підорному шарах [25]. У досліді проводилися обліки і спостереження згідно з загальноприйнятими методиками:

1. Площа листків обраховувалась методом висічок, кількість листків, шт/росл. у фазу технічної стиглості (збору врожаю) [26].

2. Облік урожайності проводили методом поділянкового зважування в період технічної стиглості згідно з ДСТУ ЕЖ ООН FFV-27:2007 [27].

3. Середня маса бобів і зелених плодів бобів визначалася за загальноприйнятою методикою [26].

4. Суху речовину визначали методом висушування за t° 105 °С за ДСТУ 7804:2015 [28];

5. Вміст білка – методом Келдаля за ДСТУ ISO 5983–2003 [29];

6. Кількість і масу ризобій на коренях рослин визначали за методикою Г.С. Посипанова [30].

Погодні умови, впродовж 2019–2020 рр. за основними показниками відрізнялися (рис.1), тому ефективність дослідження оцінено об'єктивно, а отримані дані є достовірними.

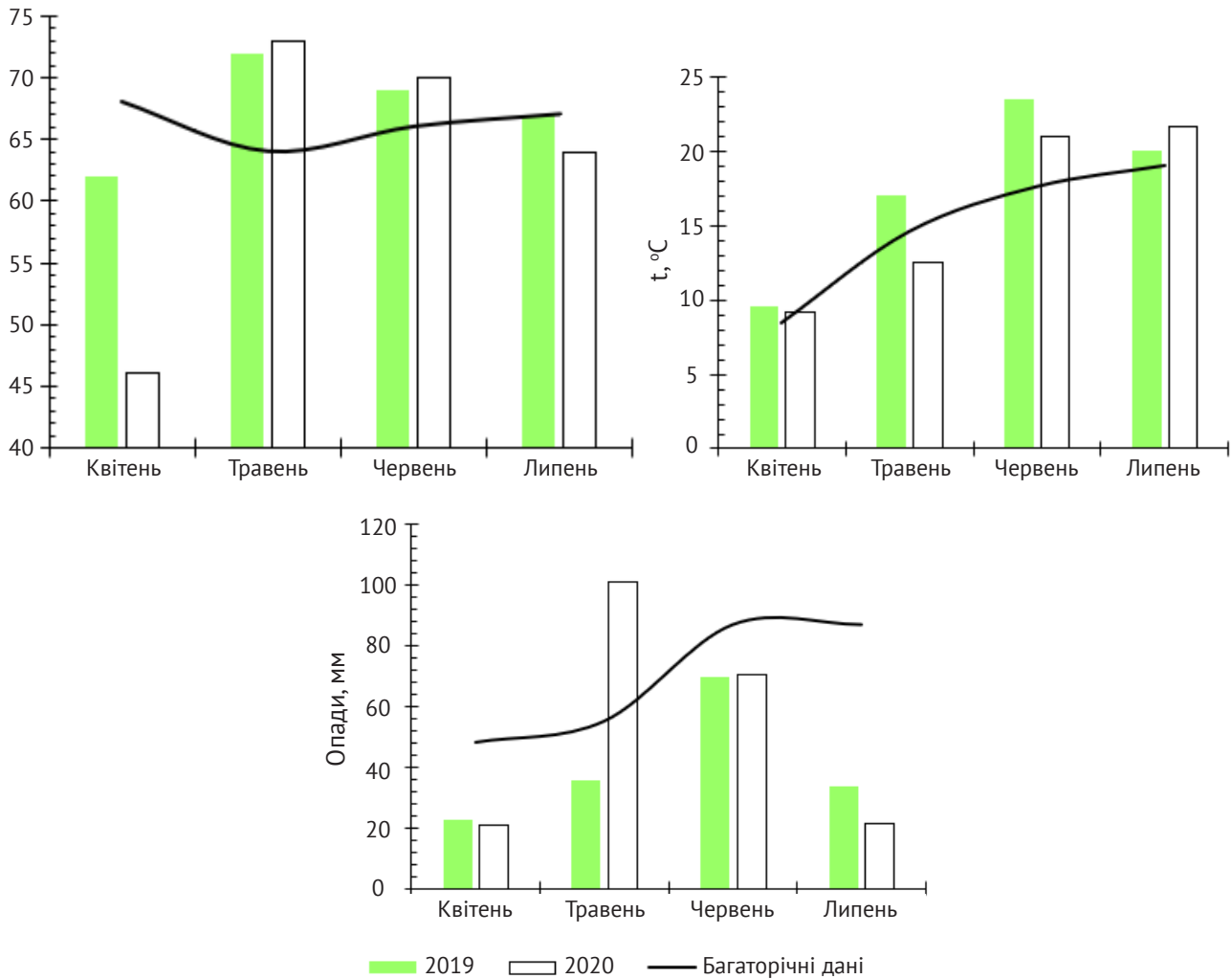


Рисунок 1. Основні показники кліматичних умов за період вегетації бобу овочевого (2019–2020 рр.)

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Досліджувані сорти бобу овочевого належать до середньостиглої групи. На основі проведених досліджень було виявлено, що процеси росту та розвитку сортів бобів упродовж періоду вегетації дещо відрізнялися залежно від сорту та зрошення.

У середньому за два роки тривалість періоду від висіву насіння до появи сходів коливалася у межах 10–17 діб. У варіантах з краплинним зрошенням тривалість цього періоду скорочувалася на 4–5 діб у сортів Карадаг, Українські слобідські і Білоруські, у сорту Віндзорські зазначений період скорочувався на сім діб відносно варіанту на богарі. Міжфазний період утворення бобів – наливу бобів був незмінним під впливом зрошення і тривав у сортів Українські слобідські, Білоруські та Віндзорські 10 діб, у сорту Карадаг – 11 діб. Від наливу бобів до настання технічної стиглості проходило сім діб у всіх дослідних варіантах.

Краплинне зрошення сприяло більш ранньому надходженню продукції, а отже й скороченню періоду вегетації рослин на 4–7 діб. Сорт-стандарт Карадаг на краплинному зрошенні зменшив період вегетації рослин на сім діб, сорт Білоруські – на шість діб, сорт Українські слобідські – на п'ять діб, сорт Віндзорські – на чотири доби (табл. 1).

Результатами біометричного аналізу встановлено, що вирощування бобів овочевих на зрошенні сприяє збільшенню висоти рослин на 4,7–12,2 % відносно варіантів на богарі. Так, у середньому за два роки рослини сортів Українські слобідські, Білоруські і Віндзорські, вирощені на богарі мали істотно більшу висоту рослин проти контролю на 11,7; 10,0 і 12,8 см ($p \leq 0,05 = 2,71$ см). За вирощування бобів на зрошенні різниця збільшувалася до 14,8; 13,0 і 19,2 см відповідно до варіанту.

Таблиця 1. Тривалість міжфазних періодів вегетації бобу овочевого залежно від сорту та зрошення (2019–2020 рр.)

Варіант		Тривалість міжфазних періодів, дів						Вегетаційний період
		Сівба – поява сходів	Поява сходів – бутонізація	Бутонізація – цвітіння	Цвітіння – утворення бобу	Утворення бобу – налив насіння	Налив бобу – технічна стиглість	
Середнє за 2019–2020 рр.								
Богар*	Карадаг st	16	27	30	15	11	7	105
	Українські слобідські	15	26	30	15	10	7	103
	Білоруські	16	27	30	15	10	7	102
	Віндзорські	17	25	31	13	10	7	97
Краплинне зрошення	Карадаг st	11	22	27	15	11	7	98
	Українські слобідські	11	22	27	15	10	7	98
	Білоруські	11	21	27	14	10	7	96
	Віндзорські	10	20	29	14	10	7	93

Примітка: *контроль, st – стандарт

У середньому за два роки кількість пагонів на одній рослині за вирощування на зрошенні зростала на 17,3–30,0 %, або 0,7–1,0 шт./роsl. при $p \leq 0,05 = 0,17$ шт./роsl. Істотна міжсортна різниця відзначалася у сортів Білоруські і Віндзорські на богарі +0,4–1 шт./роsl., Білоруські і Віндзорські на зрошенні +0,7–0,9 шт./роsl., у інших сортів приріст цього показника був неістотним.

У середньому по сортах, за два роки листкова площа посівів бобу овочевого збільшувалася

на краплинному зрошенні на 21,2–24,9 %. Сорти Українські слобідські та Білоруські формували листкову площу меншу від контролю на 1,0 і 1,7 тис. м²/га на богарі ($p \leq 0,05 = 1,31$ тис. м²/га). На зрошенні сорти Українські слобідські та Білоруські відзначалися зменшенням цього показника на 1,5 і 1,9 тис. м²/га. Сорт Віндзорські формував більшу листкову площу на 0,3 і 1,0 тис. м²/га проти контролю (табл. 2).

Таблиця 2. Ріст рослин і формування листкової площі бобу овочевого залежно від сорту та краплинного зрошення

Варіант		Висота рослин, см	Кількість пагонів, шт./роsl.	Листкова площі, тис. м ² /га
Богар*	Карадаг st	63,5±2,12	3,1±0,14	27,3±1,47
	Українські слобідські	75,2±2,47	3,2±0,14	26,3±1,75
	Білоруські	73,5±2,12	3,5±0,00	25,6±1,98
	Віндзорські	76,3±2,33	4,0±0,07	27,5±1,48
Краплинне зрошення	Карадаг st	66,5±2,12	3,8±0,21	33,4±1,55
	Українські слобідські	81,2±5,23	3,9±0,14	31,9±0,71
	Білоруські	79,5±6,36	4,5±0,07	31,4±0,64
	Віндзорські	85,6±4,66	4,7±0,35	34,4±1,70
Результати статистичної обробки				
NIP ₀₅	A	1,29	0,07	0,50
	B	1,92	0,10	0,79
	AB	2,71	0,17	1,31
	CV, %	10	15	12

Примітка: *контроль, st – стандарт

Кількість бобів у середньому за два роки збільшувалася на варіантах з краплинним зрошенням на 47,8 % у сорту Білоруські, на 50 % – у сортів Карадаг і Українські слобідські, у сорту Віндзорські – на 62,5 % відносно варіанту без зрошення, що було істотним ($p \leq 0.05 = 0,50$ шт./роsl.) (табл. 3).

Міжсортowa відміна була істотною на всіх варіантах. Так, за богарного вирощування кількість бобів у сортів Українські слобідські і Віндзорські була меншою на 1 шт./роsl. відносно стандарту. У сорту Білоруські даний показник був меншим від стандарту на 1,5 шт. За умов краплинного зрошення різниця між варіантами зростала. Так, у сорту Українські слобідські відзначали меншу кількість бобів відносно стандарту на 1,5 шт./роsl., у сорту Білоруські – зменшення проти сорту-стандарту Карадаг на 2,5 шт. ($p \leq 0,05 = 0,12$ шт.), сорт Віндзорські формував однакову із стандартом кількість бобів. Схожі результати отримано

Ашенафі та Макарія [31], де повідомляється про значну міжсортową відміну за кількістю бобів на рослині. Відповідно до цього, Евол та ін. [32], а також Тафер та ін. [33] вказали, що кількість бобів на рослині перш за все залежить від сорту.

Від висоти прикріплення першого боба залежить можливість механізованого збору врожаю. Так, за вирощування на зрошенні висота прикріплення першого боба збільшувалася на 0,2–1,1 см відносно варіантів без зрошення. Це явище переважно залежало від збільшення довжини міжвузлів. Істотно вищими значеннями цього показника проти стандарту характеризувався сорт Українські слобідські, де висота прикріплення першого боба була вище на 1,6 і 1,1 см ($p \leq 0,05 = 0,31$) проти контрольного сорту на богарі та краплинному зрошенні. У сортів Білоруські і Віндзорські цей показник був меншим від контролю на 2,6–2,5 і 2,1–1,3 см.

Таблиця 3. Морфометричні показники бобу овочевого залежно від сорту та краплинного зрошення

Варіант		Кількість бобів, шт./роsl.	Кількість насінин, шт./біб	Висота прикріплення 1-го боба, см
Богар*	Карадаг st	13,0±1,41	2,3±0,14	13,0±1,41
	Українські слобідські	12,0±0,00	2,4±0,21	14,6±0,49
	Білоруські	11,5±0,71	2,5±0,00	12,0±0,00
	Віндзорські	12,0±0,00	2,3±0,14	9,9±0,14
Краплинне зрошення	Карадаг st	19,5±0,71	2,8±0,28	13,7±0,42
	Українські слобідські	18,0±0,00	3,0±0,00	14,8±0,35
	Білоруські	17,0±1,41	3,8±0,21	12,3±0,49
	Віндзорські	19,5±0,71	3,7±0,35	11,0±0,00
<i>Результати статистичної обробки</i>				
HIP_{05}	A	0,22	0,06	0,13
	B	0,35	0,09	0,22
	AB	0,50	0,12	0,31
	CV, %	23	22	14

Примітка: *контроль, st – стандарт

Краплинне зрошення сприяло суттєвому збільшенню маси зелених бобів на рослині на 35,9–41,9 г/роsl. при $p \leq 0.05 = 4,02$ (табл. 4). Так, у сорту Білоруські відзначали меншу масу бобів проти сорту Карадаг на 1,9 г/роsl. за вирощуванні на богарі та вищу масу на 4,1 г/роsl. на зрошенні. У сортів Українські слобідські цей показник переважав контроль на 1,6 і 7,2 г відповідно до способів вирощування. У сорту Віндзорські маса зелених бобів збільшувалася на 3,4 і 4,0 г/роsl. відповідно до варіанту. Урожайність культури є найважливішим показником ефективності

технології вирощування. За краплинного зрошення показник товарної врожайності зростав на 3,5–4,2 т/га ($p \leq 0.05 = 0,46$), або 31,3–39,2 %. Так, сорт Українські слобідські мав вищу врожайність від контрольного сорту на 0,2 т/га на богарі і на 0,8 т/га на зрошенні. Сорт Віндзорські мав врожайність вищу від контролю на 0,4 і 0,5 т/га відповідно до способу вирощування. Сорт Білоруські характеризувався нижчою врожайністю проти контролю на 0,2 т/га на богарі та вищою на 0,5 т/га на зрошенні (табл. 4).

Таблиця 4. Маса зелених бобів та врожайність бобу овочевого залежно від сорту та краплинного зрошення

Варіант		Маса зелених бобів, г/роsl.	± до К*	Урожайність зелених бобів, т/га	± до st
Богар*	Карадаг st	92,0±9,98	0	11,0±1,20	0
	Українські слобідські	93,6±9,13	1,6	11,2±1,10	0,2
	Білоруські	90,1±5,86	-1,9	10,8±0,70	-0,2
	Віндзорські	95,4±6,33	3,4	11,5±0,76	0,4
Краплинне зрошення	Карадаг st	127,9±10,14	0	14,6±1,16	0
	Українські слобідські	135,1±11,56	7,2	15,4±1,32	0,8
	Білоруські	132,0±12,78	4,1	15,0±1,46	0,5
	Віндзорські	131,9±7,91	4,0	15,0±0,90	0,5
<i>Результати статистичної обробки</i>					
NIP ₀₅	A	1,80	-	0,20	-
	B	2,85	-	0,33	-
	AB	4,02	-	0,46	-
	CV, %	19	-	16	-

Примітка: *контроль, st – стандарт

З отриманих результатів видно, що сорти Карадаг і Білоруські мають кращу реакцію на покращення умов вирощування (краплинне зрошення). Уміст білка за краплинного зрошення збільшувався на 12,8–16,5 % залежно від сорту (табл. 5).

Таблиця 5. Вміст білка і сухої речовини у зелених бобах залежно від сорту і краплинного зрошення

Варіант		Вміст білка, %	± до st	Вміст сухої речовини, %	± до st
Богар*	Карадаг st	10,2±0,28	0	13,0±1,17	0
	Українські слобідські	10,9±0,14	0,7	13,3±1,13	0,3
	Білоруські	9,4±0,28	-0,8	12,6±0,70	-0,4
	Віндзорські	13,4±0,42	3,2	13,3±0,68	0,3
Краплинне зрошення	Карадаг st	11,6±0,85	0	11,0±0,42	0
	Українські слобідські	12,3±0,71	0,7	11,5±0,42	0,5
	Білоруські	10,9±0,92	-0,6	11,3±0,42	0,3
	Віндзорські	15,5±2,12	3,9	11,7±0,35	0,7
<i>Результати статистичної обробки</i>					
NIP ₀₅	A	0,19	-	0,16	-
	B	0,30	-	0,25	-
	AB	0,42	-	0,36	-
	CV, %	16	-	8	-

Примітка: *контроль, st – стандарт

Так, за вирощування на богарі вміст білка у сорту Віндзорські був істотно більшим відносно стандарту (3,2 % при $p \leq 0,05 = 0,42$ %), у сорту Українські слобідські збільшення вмісту білка становило 0,7 %, а у сорту Білоруські вміст був меншим від сорту Карадаг на 0,8 %. За вирощування на зрошенні сорт бобів Віндзорські

накопичував більше білка проти сорту Карадаг на 3,9 %, сорт Українські слобідські – на 0,7 %, а сорт Білоруські – менше від контролю на 0,6 %. Вирощування бобів на краплинному зрошенні сприяло істотному зменшенню вмісту сухої речовини на 1,3–2,0 % ($p \leq 0,05 = 0,36$). Меншим вмістом сухих речовин відносно сорту Карадаг

характеризувався сорт Білоруські – 0,8 на богарі і на 0,3 % вищим на зрошенні. Сорт Українські слобідські мав більший вміст сухої речовини на 0,3 і 0,5 % відповідно до способу вирощування. Сорт Віндзорські переважав сорт Карадаг на 0,3 і 0,7 % відповідно до способу вирощування.

Дослідження формування нодуляційного апарату показали, що вирощування бобів *на зрошенні* сприяло істотному збільшенню маси азотфіксуючих бульбочок (ризобій) від 34,2 % у сорту Українські слобідські до 114,9 % у сорту Білоруські на рівні $p \leq 0.05 = 0,03$ г/роsl. (рис. 2).

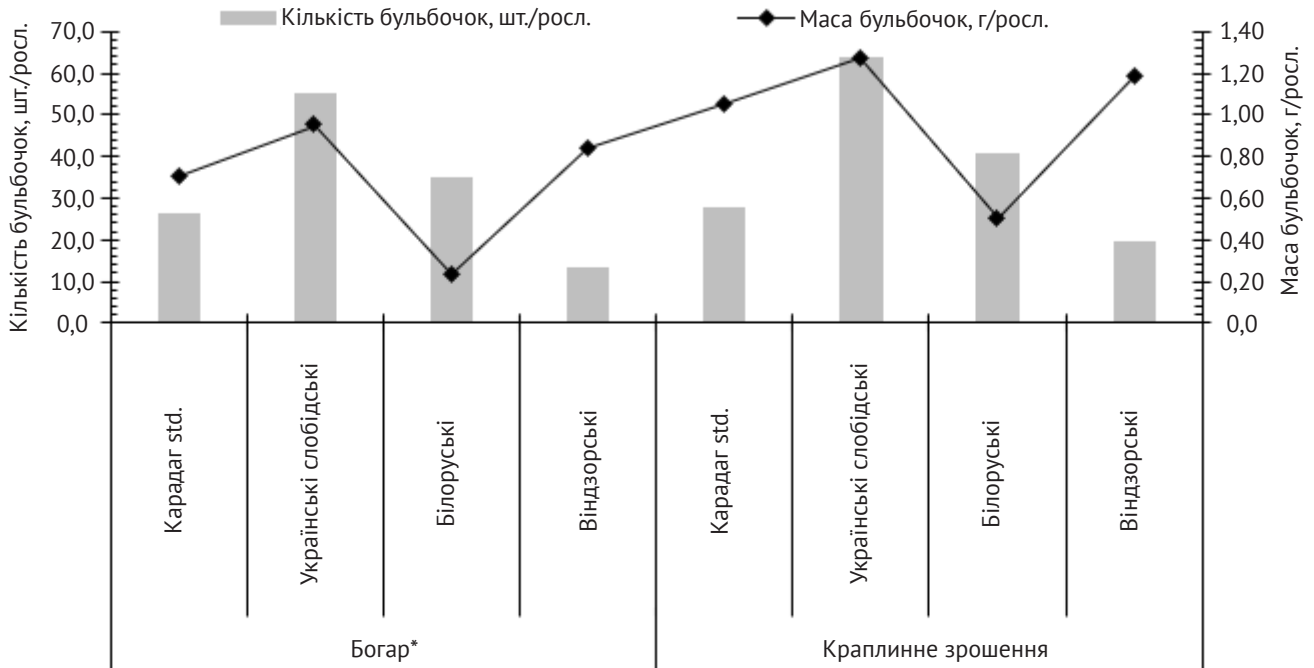


Рисунок 2. Розвиток нодуляційного апарату бобу овочевого залежно від сорту і краплинного зрошення

Результати статистичної обробки	Кількість бульбочок	Маса бульбочок
HIP_{05}	A	0,01
	B	0,02
	AB	0,03

Примітка: *контроль, st – стандарт

За вирощування *на богарі*, за масою бульбочок, найбільш істотно переважав стандарт сорт Українські слобідські (+34,8 %), дещо нижчою була різниця у сорту Віндзорські (+19,1 %). Сорт Білоруські утворював менші за масою ризобії на 66,7 % відносно сорту Карадаг. За вирощування *на зрошенні* збереглася така ж тенденція, але різниця між варіантами скоротилася. Так, сорт Українські слобідські та сорт Віндзорські формували ризобії більші за масою на 21,4 і 13,3 % відносно сорту-стандарту Карадаг, сорт Білоруські мав на 51,9 % менші за масою ризобії. Вирощування бобів *на краплинному зрошенні* сприяло істотному збільшенню кількості ризобій на рослині. Так, сорт Карадаг збільшив їх кількість відносно варіанту без зрошення на 5,7 %, сорт Українські слобідські на 16,4 %, сорт Білоруські – на 16,3 %,

сорт Віндзорські – на 46,7 %. За вирощування *на богарі* сорти Українські слобідські і Білоруські утворювали на 28,5 і 8,7 шт./роsl. бульбочок відносно сорту Карадаг, а сорт Віндзорські – менше на 13,0 %. За вирощування *на зрошенні* сорти Українські слобідські і Білоруські утворювали на 36,0 і 13,0 шт./роsl. бульбочок відносно сорту Карадаг, а сорт Віндзорські – менше на 8,2 %. Тобто реакція рослин сорту Карадаг була більш позитивною на наростання ризобій, що сприяло зменшенню різниці між варіантами.

ВИСНОВКИ

Отже, можна констатувати, що вирощування бобів на краплинному зрошенні сприяє покращенню ростових процесів рослин, підвищує продуктивність посівів і поліпшує ґрунтові умови під

наступну культуру шляхом накопичення біологічного азоту в орному шарі ґрунту. Вирощування бобів на краплинному зрошенні сприяло більш ранньому надходженню продукції на 4–7 діб, що зі свого боку буде впливати на вартість продукції та рентабельність виробництва.

За вирощування бобів на краплинному зрошенні кількість пагонів на одній рослині збільшувалася на 17,3–30,0 %, або 0,7–1,0 шт./роsl., листкова площа посіви зростала на 21,2–24,9 %, а кількість бобів збільшувалася на варіантах з краплинним зрошенням на 47,8 % у сорту Білоруські, на 50 % – у сортів Карадаг std. і Українські слобідські, у сорту Віндзорські – на 62,5 % відносно варіанту без зрошення.

Краплинне зрошення сприяло збільшенню маси зелених бобів на рослині на 35,9–41,9 г/роsl., а показник товарної врожайності зростав на 3,5–4,2 т/га, або 31,3–39,2 %. Вміст сирого протеїну за краплинного зрошення збільшувався на 12,8–16,5 %. Аналіз отриманих даних вказує на те, що краплинне зрошення сприяє збільшенню рівня реалізації біологічного потенціалу, який є особливо високим у сортів Українські слобідські, Білоруські і Віндзорські.

Вирощування бобів на краплинному зрошенні сприяло істотному збільшенню кількості азотфіксуючих бульбочок на рослині на 34,2–114,9 % та їх маси на 5,7–46,7 %, що відповідно й збільшило концентрацію біологічного азоту у ґрунті. Вирощування бобів на краплинному зрошенні сприяє істотному покращенню формування бобово-ризобіальної системи, що позитивно впливає на концентрацію біологічного азоту у ґрунті.

REFERENCES

- [1] Ali, M.B.M. (2016). Association analyses to genetically improve drought and freezing tolerance of faba bean (*Vicia faba* L.). *Crop Science*, 56(3), 1036-1048.
- [2] Falkowski, J. (1994). Proba okresleniaa smakowitosci nasion bobiku naturalnego obluszczonego stosowanych w zywnieniu odsadzonych prosiat. *Rocznik Nauk Zootechnicznych*, 21, 157-167.
- [3] Demin, I.O. (2010). *Beans and peas – for everyone's delight!* Moscow: OLMA Media Group.
- [4] Beans – useful and dangerous properties of beans. (n.d.). Retrieved from http://edaplus.info/produce/bean_sprouts.html.
- [5] Yamawaki, K., Matsumura, A., Hattori, R., Tarui, A., Amzad Hossain, M., Ohashi, Y. & Daimon, H. (2014). Possibility of Introducing Winter Legumes, Hairy Vetch and Faba Bean, as Green Manures to Turmeric Cropping in Temperate Region. *Plant Production Science*, 17(2), 173-184.
- [6] Vavilov, P.P., & Posypanov, G.S. (1983). *Legumes and the problem of plant protein*. Moscow: Rosselkhozizdat.
- [7] Nitrogen-fixing bacteria. (n.d.). Retrieved from <http://plant.geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st013.shtml>.
- [8] Sprent, J.I. (2002). Knobs, knots and nodules – the renaissance in legume symbiosis research. *New Phytologist*, 153, 2-9.
- [9] Akhmedov, A.D., Temerev, A.A., & Galiullina, E.Yu. (2010). Ecological aspects of drip irrigation. In *Problems and prospects of innovative development of world agriculture: Materials of the international scientific-practical conference Saratov State Agrarian University* (pp. 156-158). Saratov: Saratov State Vavilov Agrarian University.
- [10] Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M.A., & Kijne, J. (2010). Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97(4), 528-535. doi: 10.1016/j.agwat.2009.03.023.
- [11] Akhmedov, A.D., & Z asimov, A.E. (2016). Irrigation regime of beets in the conditions of the Volga-Don interfluvium. In *Strategic guidelines for innovative development of the agro-industrial complex in modern conditions: Of the international scientific-practical conference* (pp. 106-110). Volgograd: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Volgograd State Agricultural University”.

- [12] Chenafi, A., Monney, P., Arrigoni, E., Boudoukha, A., & Carlen, C. (2016). Influence of irrigation strategies on productivity, fruit quality and soil-plant water status of subsurface drip-irrigated apple trees. *Fruits*, 71, 69-78. doi: 10.1051/fruits/2015048.
- [13] Chenafi, A., Monney, P., Ferreira, M.I., Chennafi, H., Chaves, M.M., & Carlen, C. (2019). Scheduling deficit subsurface drip irrigation of apple trees for optimizing water use. *Arabian Journal of Geosciences*, 74(12). doi: 10.1007/s12517-0194235-1.
- [14] Borodychev, V.V., & Martynova, A.A. (2011). Irrigation regime and mineral nutrition of carrots. *Melioration and Water Management*, 1, 39-41.
- [15] Howell, T.A., Stevenson, D.S., Aljibury, F.K., Gitlin, H.M., Wu, I.-P., Warrick, A.W., & Raats, P.A. (1980). Design and operation of trickle (drip) irrigation systems. In M.E. Jensen (Ed.), *Design and operation of farm irrigation systems* (pp. 683-717). ASAE Monograph No. 3. Saint Joseph: ASAE.
- [16] Hanson, B.R., Schwankl, L.J., Schulbach, K.F., & Pettygrove, G.S. (1997). A comparison of furrow, surface drip, and subsurface drip irrigation on lettuce yield and applied water. *Agricultural Water Management*, 33(2-3), 139-157.
- [17] Sharmasarkar, F.C., Sharmasarkar, S., Held, L.J., Miller, S.D., Vance, G.F., & Zhang, R. (2001). Agro-economic analysis of drip irrigation for sugarbeet production. *Agronomy Journal*, 93(3), 517-523.
- [18] Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos, D., & Vyrlas, P. (2002). Water saving and yield increase of sugar beet with subsurface drip irrigation. *Global NEST International Journal*, 4(2-3), 85-91.
- [19] Hartz, T.K. (1996). Water management in drip-irrigated vegetable production. *HortTechnology*, 6(3), 165-168.
- [20] Hanson, B.R., & May, D.M. (2004). Response of processing and fresh-market onions to drip irrigation. *Acta Horticulturae*, 664, 399-405.
- [21] Metin-Sezen, S., Yazar, A., Canbolat, M., Eker, S., & Celikel, G. (2005). Effect of drip irrigation management on yield and quality of field grown green beans. *Agricultural Water Management*, 71(3), 243-255.
- [22] Ghassemi-Golezani, K., Ghanehpour, S., & Mohammadi-Nasab, D. (2009). Effects of water limitation on growth and grain filling of faba bean cultivars. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 7, 442-447. doi: 10.1234/4.2009.2623.
- [23] Alghamdi, S.S., Al-Shameri, A.M., Migdadi, H.M., Ammar, M.H., El-Harty, E.H., Khan, M.A., & Farooq, M. (2015). Physiological and molecular characterization of Faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes for adaptation to drought stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 201(6), 401-409. doi: 10.1111/jac.12110.
- [24] Guoju, X., Fengju, Z., Juying, H., Chengke, L., Jing, W., Fei, M., Yubi, Y., Runyuan, W., & Zhengji, Q. (2016). Response of bean cultures' water use efficiency against climate warming in semiarid regions of China. *Agricultural Water Management*, 173, 84-90. doi: 10.1016/j.agwat.2016.05.010.
- [25] Nedvyga, M.V. (1994). *Morphological criteria and genesis of modern soils of Ukraine*. Kyiv: Silhosposvita.
- [26] Bondarenko, G.L., & Yakovenko, K.I. (Eds.). (2001). *Methodology of experimental business in vegetable growing and melons*. Kharkiv: Osnova.

- [27] DSTU EEK OON FFV-27:2007. (2007). *Peas. Guidelines for supply and quality control* (UNECE FFV-27:2000, IDT). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.
- [28] DSTU 7804:2015. (2015). *Fruit and vegetable processing products. Methods for determination of dry matter or moisture*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.
- [29] DSTU ISO 5983-2003. (2003). *Animal feed. Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content. Kjeldahl's method*. (ISO 5983:1997, IDT). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.
- [30] Moiseichenko, V.F., & Yeshchenko, V.O. (1994). *Fundamentals of scientific research in agronomy*. Kyiv: Vyshcha Shkola.
- [31] Ashenafi, M., & Mekuria, W. (2015). Effect of Faba bean (*Vicia faba* L.) varieties on yield attributes at Sinana and Agarfa districts of Bale zone, Southeastern Ethiopia. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 8(4), 281-286.
- [32] Awol, M., Seyum, A., Eyeberu, A., & Niguse, S. (2016). Participatory evaluations of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties in Wollo, Ethiopia. *Journal of Agricultural Economics, Extension and Rural Development*, 4(7), 488-495.
- [33] Tafere, M., Tadesse, D., & Yigzaw, D. (2012). Participatory varietal selection of faba bean (*Vicia faba* L.) for yield and yield components in Dabat district, Ethiopia. *Wudpecker Journal of Agricultural Research*, 1(7), 270-274.