

Dokuchaevskaya variety, the remaining variants of complex preseedling of seed treatment with inoculum and biopreparations did not provide an increase in the parameters of plant safety and their quantity in comparison with the control variant. On crops of Pervomaiskaya beans, the high efficiency of presowing seed treatment with biopreparation Biopoliticide in mixture with Rizobophyte and Phosphoenterin was noted, which indicates the specificity of the bean cultivars studied.

It should also be noted the high efficiency of seed inoculation with Rizobophyte in its pure form (without the use of biologics). Preservation of plants of both bean varieties and their quantity before harvesting in this version was greater than on control and virtually identical, as on the variant of complex seed treatment, with preparations of Rizobophyte, Phosphoenterin and Auril.

**Key words:** beans, seed inoculation, biological preparations, nitrogen fixation, field germination, preservation of plants.

**УДК [633.174:631.527.5:581.1]:631.531.04**

**Л.А. Свиридова, ст. викладач**

Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва  
(Харків, Україна)

## **ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО**

Висвітлено результати чотирирічних досліджень щодо виявлення впливу способу сівби та норм висіву на динаміку формування біометричних показників гібридів сорго зернового.

Установлено, що вплив досліджуваних чинників на мінливість висоти рослин визначається їх комплексною взаємодією. Висів з нормами 200 і 240 тис. шт./га та шириною міжрядь 70 см сприяв більшій мінливості висоти рослин у всіх гібридів.

Індекс листової поверхні всіх досліджуваних гібридів сорго мав чітку тенденцію до підвищення зі збільшення норм висіву від 120 до 160 тис. шт./га та звуженням ширини міжрядь із 70 до 45 см.

Серед досліджуваних гібридів сорго максимальну повітряно-суху масу рослин формував гібрид Даш Е при широкорядному способі сівби з нормою 240 тис. шт./га і міжряддями 45 см.

**Ключові слова:** сорго зернове, норми висіву, спосіб сівби, висота рослин, індекс листової поверхні, повітряно-суха маса рослин.

**Постановка проблеми.** В останні роки «нішова» культура – сорго зернове – стає перспективною, про що свідчать зростання посівних площ та валових зборів зерна. Розширюється спектр переробки зерна сорго. Нові гібриди вітчизняної та зарубіжної селекції мають високий потенціал продуктивності. Саме тому вдосконалення

способу сівби та норм висіву сорго для реалізації його генетичного потенціалу в умовах Східного Лісостепу України є досить актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На думку багатьох авторів, нові перспективні гібриди сорго вітчизняної та зарубіжної селекції, які вирощують у різних регіонах України, мають потенціал до 200 т/га та відзначаються універсальністю використання отриманого врожаю. Тому комплекс агротехнічних заходів вирощування сорго повинен урахувати морфологічні та біологічні особливості різних гібридів, ґрунтово-кліматичні умови та мати спрямованість на оптимізацію умов їхнього росту й розвитку [6–7].

У зв'язку із цим під час вирощування сорго для кожного гібрида необхідно готувати комплекс агротехнічних заходів, де чільне місце займатимуть розробка способів та норм сівби [1–2, 4–5]

Висота рослин є одним з основних морфофізіологічних показників, який визначає ярусність посіву, забезпечує превалювання агрофітоценозу та конкурентоспроможність рослин стосовно до бур'янів [102]. Від висоти рослин залежить також їх освітленість, провітрюваність й інші складові ефективності асиміляційних процесів [50].

**Мета досліджень** полягала у визначенні впливу способу сівби і норм висіву та їх комбінацій на динаміку формування біометричних показників досліджуваних гібридів сорго зернового у Лівобережному Лісостепу України.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили протягом 2007–2009, 2012, 2013 рр. в умовах дослідного поля ХНАУ ім. В.В. Докучаєва за загальноприйнятою методикою [3]. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий важкосуглинковий на карбонатному лесі.

Багатофакторний дослід закладено методом розщеплених ділянок у чотирикратній повторності. Досліджували такі гібриди сорго: Степовий 8 (контроль); Прайм, Даш Е і Спринт W (ділянки першого порядку – чинник А); ділянки другого порядку – це широкорядний спосіб сівби з міжряддями 45 і 70 см (чинник В); ділянки третього порядку – чотири норми висіву насіння: 120, 160, 200 і 240 тис. шт./га (чинник С). Площа облікової ділянки третього порядку становила 20,0 м<sup>2</sup>.

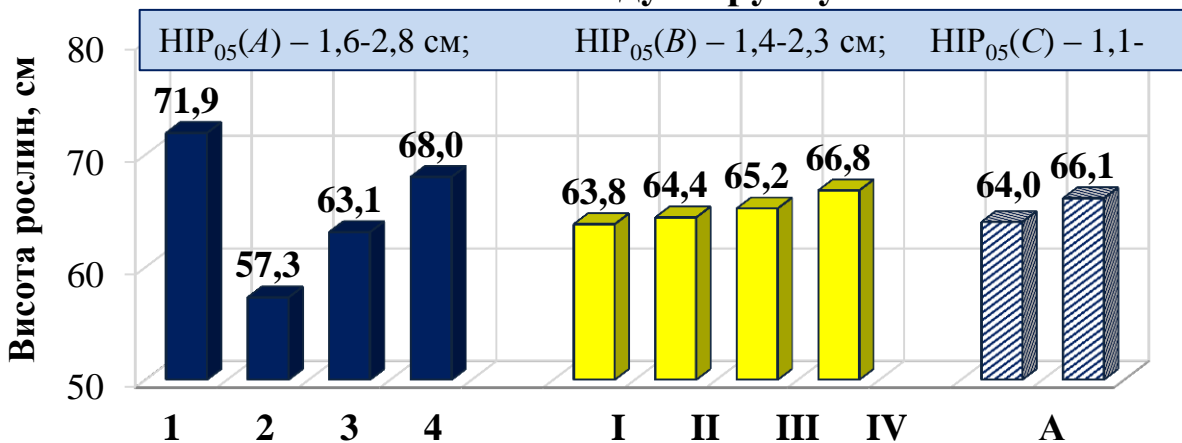
Роки проведення досліджень характеризувалися нестабільними умовами зволоження. Кількість опадів за вегетацію сорго значно коливалася в обидва боки від середнього багаторічного показника.

Температурні показники, які також відрізнялися по роках порівняно із середньобагаторічними, дозволили повніше визначити вплив погодних умов – опадів і температури – на формування рослин досліджуваних гібридів.

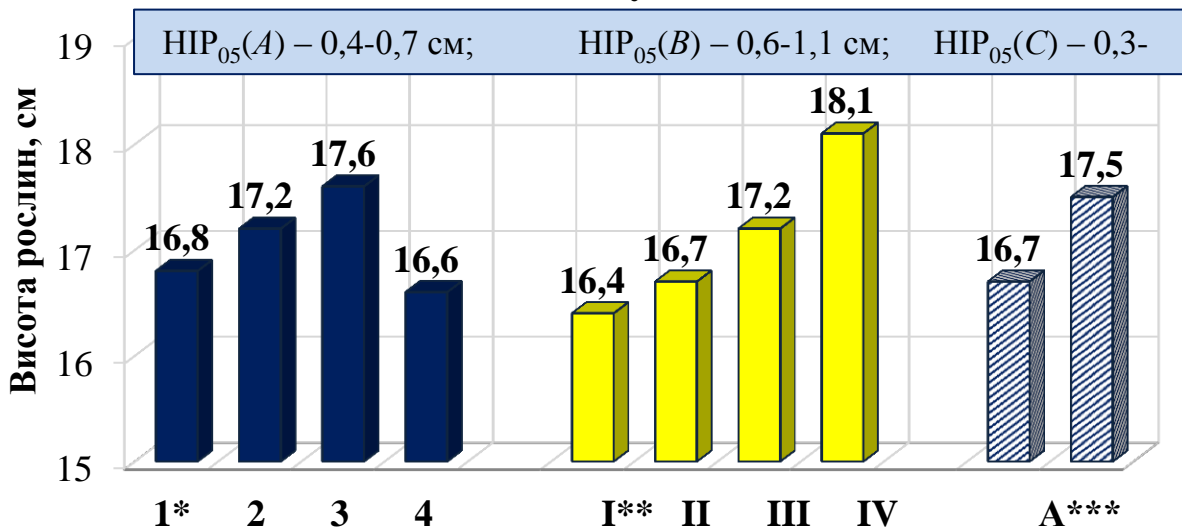
Агротехніка проведення досліджень була загальноприйнятою для зони вирощування, крім досліджуваних елементів.

**Результати досліджень і їх обговорення.** У наших дослідженнях усі технологічні чинники істотно впливали на висоту рослин сорго на різних етапах росту і розвитку рослин (рис. 1). Ефективність норм висіву та способів сівби була стабільною в усі фази обліків, тоді як у гібридів відзначено різну закономірність розподілу показників за фазами розвитку рослин. Це логічно пояснюється їхнім морфобіотипом. Зокрема, до фази кушіння більш інтенсивним ростом характеризувалися рослини гібридів Даш Е і Прайм.

### Фаза виходу в трубку



### Фаза кушіння



### Фаза достигання

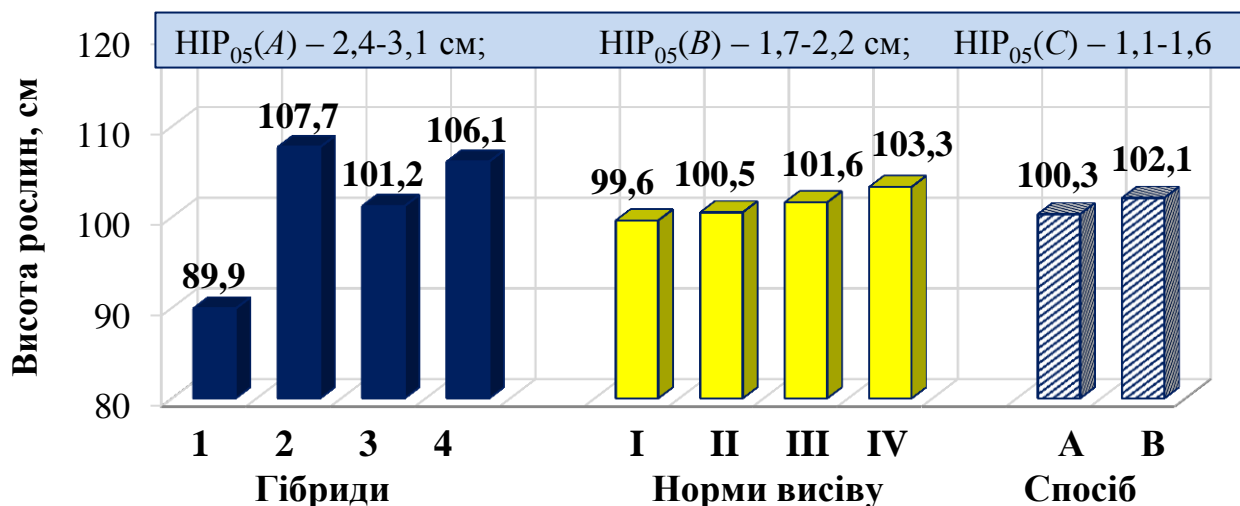


Рис. 1. Висота рослин сорго у середньому за головними ефектами дос-ліджуваних чинників за фазами росту і розвитку, см

Умовні позначення: \* Гібриди (чинник A): 1 – Степовий 8; 2 – Прайм; 3 – Даш E; 4 – Спринт W. \*\* Норми висіву насіння, тис./га (чинник B): I – 120, II – 160, III – 200, IV – 240; \*\*\* Способи сівби (чинник C): A – широкорядний з міжряддям 45 см; B – широкорядний з міжряддям 70 см.

На нашу думку, це є перевагою зазначених гібридів, оскільки в умовах лімітованого агроресурсу дає змогу більш повно його використовувати і створити міцнішу основу для подальшого росту рослин і реалізації їхнього генетичного потенціалу продуктивності.

У фазі трубкування вищими були рослини гібрида Степовий 8, а у фазі достигання їх значно випереджали гібриди іноземної селекції, що також було зумовлено особливостями морфобіотипу цього гібрида. Загалом висота рослин на момент їх збирання не виходила за межі паспортних даних культури.

У досліді встановлено чітку закономірність збільшення висоти рослин сорго за умови підвищення їх густоти при сівбі із шириною міжрядь 70 см. Це відбувається унаслідок зростання конкурентної боротьби між рослинами за чинники росту і розвитку. За рахунок збільшення норми висіву насіння зменшується площа живлення рослин, а зі збільшенням ширини міжрядь значно звужується площа живлення окремої рослини, через що вона стає більш видовженою, а це призводить до напруження конкурентних відносин між рослинами. Дійсно, зі збільшенням норми висіву насіння із 120 до 240 тис. шт./га теоретична площа живлення для кожної рослини зменшується із 83,3 до 41,7 см<sup>2</sup>.

Більш наочно відмінність між формою площі живлення за впливу різних способів сівби проявляється за максимальної досліджуваної норми висіву – 240 тис. шт./га. Зокрема, на варіантах широкорядного способу сівби з міжряддями 45 см за цієї норми висіву насіння форма площі живлення прямокутна з відношенням ширини до довжини 1,0:4,5

(ширина – близько 11 см, довжина – близько 45 см), тоді як на варіантах із шириною міжрядь 70 см форма площі живлення – видовжений прямокутник із відношенням ширини до довжини 1,0:12,0. При цьому середня відстань між рослинами сорго в рядку становить лише близько 6,0 см, що і є причиною загострення конкурентної боротьби.

Важливо відзначити, що різниця між показниками висоти рослин сорго поступово збільшувалася з кожним кроком підвищення норми висіву насіння. Цю тенденцію спостерігали в усі фази проведення вимірювань. Наприклад, із підвищенням норми висіву від 120 до 160 тис. шт./га висота рослин у фазі кушіння (у середньому за іншими чинниками) зростала лише на 0,3 см (1,8 %), тоді як із підвищенням від 200 до 240 тис. шт./га (на той самий крок градації – 40,0 тис. шт./га) – на 0,9 см (5,2 %). У наступні фази росту і розвитку рослин було відмічено аналогічні закономірності.

Аналіз динаміки росту рослин сорго за впливу норми висіву насіння свідчить про тенденцію до поступового збільшення її ефективності, і це не суперечить логіці, адже конкурентна боротьба між рослинами з часом загострюється, що й відображається на досліджуваному показнику. Зокрема, максимальний діапазон розбіжності висоти рослин сорго за впливу головного ефекту норми висіву насіння у фазі кушіння становив 1,7 см, у фазі виходу рослин у трубку – 3,0 см, у фазі досягання – 3,7 см.

Серед досліджуваної групи чинників найменший вплив на мінливість показників висоти рослин мали способи сівби, водночас вони також забезпечували істотні зміни показників висоти рослин (рис. 2). Рослини сорго в усі фази проведення обліків були вищими на варіантах широкорядного способу сівби з міжряддями 70 см. Зокрема, у фазі кушіння висота рослин сорго на варіантах із цими міжряддями була на 0,8 см більшою, ніж на варіантах із міжряддями 45 см, а у фазах виходу рослин у трубку та досягання – на 2,1 і 1,8 см відповідно.

Максимальна висота рослин сорго в досліді у різних фазах росту і розвитку формувалася в різних гібридів, однак за максимальної норми висіву насіння – 240 тис. шт./га і широкорядного способу сівби з міжряддями 70 см. У фазі кушіння найвищі рослини – 19,2 см – були в гібрида сорго Даш Е, у фазі виходу рослин у трубку – у гібрида Степовий 8 – 75,5 см, у фазі досягання – у гібрида Прайм – 111,0 см (табл. 1).

### 1. Висота гібридів сорго зернового (см) залежно від норм висіву та способу сівби за фазами розвитку (середнє за 2007–2009, 2012 рр.)

Гібрид	Спо-сіб сівби	Норма висіву, тис. шт./га	Фаза розвитку					
			кущіння		трубкування		достигання	
			I**	II	I	II	I	II
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Степовий 8	Ш <sub>45</sub> *	120	15,9	-1,2	69,6	+4,5	87,9	-13,3
		160	16,0	-1,1	69,8	+4,7	88,5	-12,7
		200	16,4	-0,7	70,7	+5,6	89,1	-12,1
		240	17,2	+0,1	71,7	+6,6	90,4	-10,8
	Ш <sub>70</sub>	120	16,5	-0,6	72,0	+6,9	89,2	-12,0
		160	16,7	-0,4	72,1	+7,0	90,1	-11,1
		200	17,4	+0,3	73,4	+8,3	91,0	-10,2
		240	18,5	+1,4	75,5	+10,4	93,4	-7,8
Прайм	Ш <sub>45</sub>	120	16,4	-0,7	55,5	-9,6	105,5	+4,3
		160	16,3	-0,8	56,1	-9,0	105,8	+4,6
		200	16,8	-0,3	56,6	-8,5	107,3	+6,1
		240	17,6	+0,5	57,4	-7,7	108,8	+7,6
	Ш <sub>70</sub>	120	16,8	-0,3	56,6	-8,5	106,3	+5,1
		160	17,2	+0,1	57,4	-7,7	107,9	+6,7
		200	17,8	+0,7	58,4	-6,7	109,1	+7,9
		240	19,0	+1,9	60,6	-4,5	111,0	+9,8
Даш E	Ш <sub>45</sub>	120	16,8	-0,3	61,2	-3,9	99,0	-2,2
		160	17,0	-0,1	61,6	-3,5	99,7	-1,5
		200	17,3	+0,2	62,4	-2,7	100,6	-0,6
		240	18,2	+1,1	63,3	-1,8	102,0	+0,8
	Ш <sub>70</sub>	120	17,1	0,0	62,2	-2,9	99,8	-1,4
		160	17,5	+0,4	62,9	-2,2	101,0	-0,2
		200	18,0	+0,9	64,3	-0,8	102,5	+1,3
		240	19,2	+2,1	66,6	+1,5	104,7	+3,5
Спринт W	Ш <sub>45</sub>	120	15,6	-1,5	66,2	+1,1	104,2	+3,0
		160	15,8	-1,3	66,8	+1,7	104,5	+3,3
		200	16,3	-0,8	67,2	+2,1	105,6	+4,4
		240	16,8	-0,3	68,2	+3,1	106,5	+5,3
	Ш <sub>70</sub>	120	16,2	-0,9	67,2	+2,1	105,0	+3,8
		160	16,7	-0,4	68,1	+3,0	106,3	+5,1
		200	17,2	+0,1	68,8	+3,7	107,3	+6,1
		240	18,5	+1,4	71,1	+6,0	109,7	+8,5
Середнє по досліді			17,1	–	65,1	–	101,2	–

\* Ширококорядний спосіб сівби з міжряддям 45 (Ш<sub>45</sub>) і 70 (Ш<sub>70</sub>) см.

\*\* I – висота рослин; II – +/- до середнього показника в досліді.

Вплив досліджуваних чинників на мінливість висоти рослин чималою мірою визначався їх комплексною взаємодією, насамперед це стосується взаємодії норм висіву та способів сівби. Зокрема, різниця між способами сівби була більшою на варіантах із максимальною нормою висіву, а вплив самих норм висіву був вищим на варіантах широкорядної сівби з міжряддями 70 см.

Діапазон мінливості висоти рослин гібрида Степовий 8 за впливу норми висіву у фазі досягання на посівах з міжряддями 45 см у середньому по роках становив 2,5 см, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см – 4,2 см.

Розбіжність між висотою рослин гібрида Степовий 8 за впливу способу сівби на варіантах норми висіву 120 тис. шт./га становила 1,3 см, а на варіантах із нормою висіву 240 тис. шт./га – 3,0 см. Відмічену закономірність встановлено для всіх гібридів.

Об'єктивним показником, що характеризує відповідність усього комплексу екзогенних чинників для росту і розвитку рослин сорго зернового, є маса сухої речовини надземних органів рослин в агрофітоценозі.

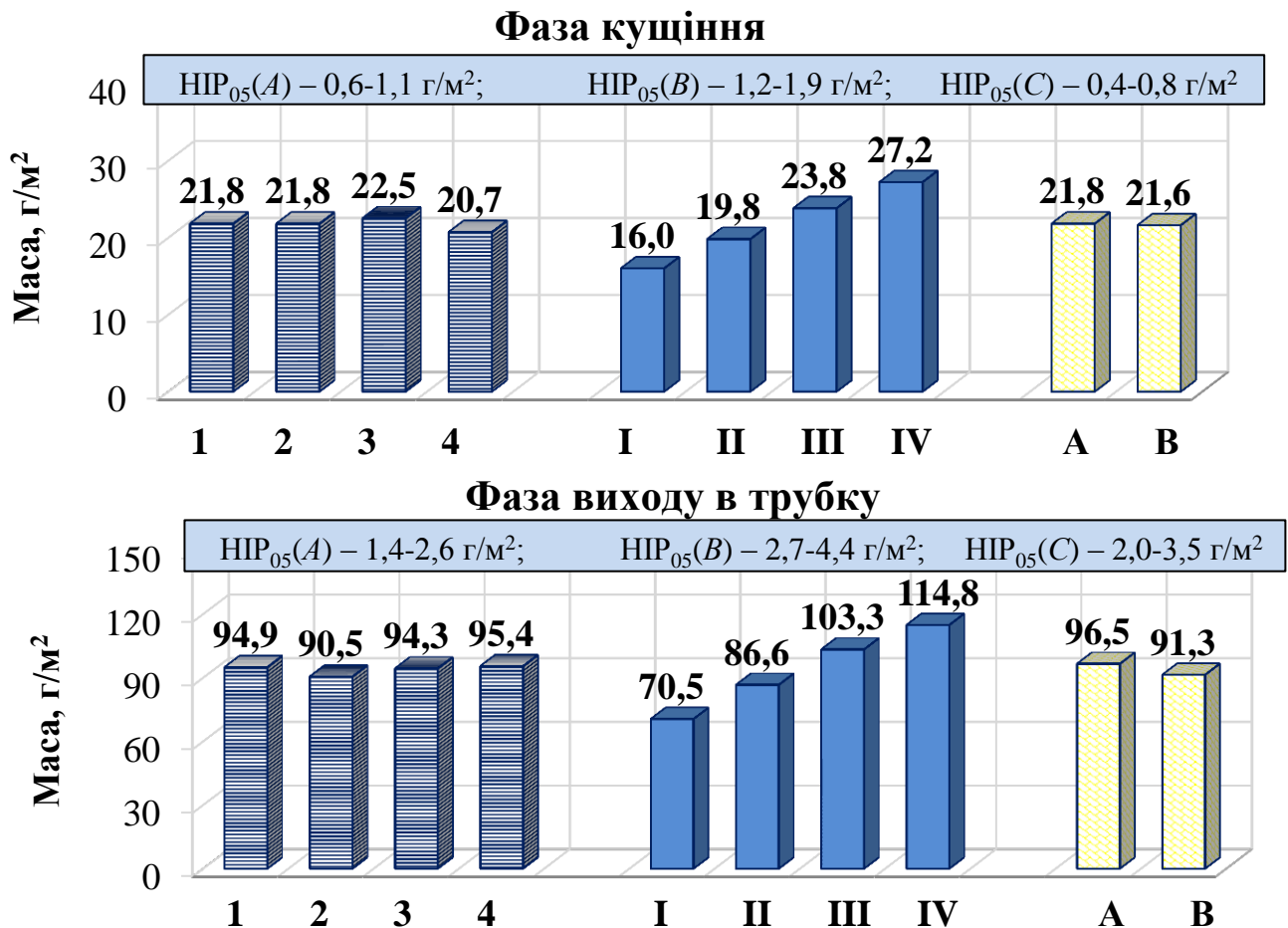
У досліді встановлено чітку залежність, відповідно до якої повітряно-суха маса флоральної і префлоральної частини рослин збільшувалася з підвищенням норми висіву насіння. Дуже ця закономірність проявлялася у фазі куціння, оскільки на більш ранніх етапах формування рослин центична напруга була меншою, тож і ефект загушення проявлявся більшою мірою (рис. 2). Максимальний діапазон розбіжності показників повітряно-сухої маси рослин за впливу норми висіву насіння у фазі куціння становив 70,0 % (16,0 г/м<sup>2</sup> за норми висіву 120 тис. шт./га і 27,2 г/м<sup>2</sup> – за висіву 240 тис. шт./га), у фазі виходу рослин у трубку – 62,8 % (70,5 г/м<sup>2</sup> за норми висіву 120 тис. шт./га і 114,8 г/м<sup>2</sup> – за норми 240 тис. шт./га) і у фазі досягання – лише 48,7 % (343 г/м<sup>2</sup> за норми висіву 120 тис. шт./га і 510 г/м<sup>2</sup> – за норми 240 тис. шт./га).

За аналогією з показниками висоти, вплив норми висіву насіння на збільшення повітряно-сухої маси рослин сорго зернового за поступового її підвищення стає меншим. Більшою мірою це стосується фази досягання, коли конкурентна боротьба між рослинами в посівах сягає максимальних показників. Наприклад, із збільшенням норми висіву насіння зі 120 до 160 тис. шт./га повітряно-суха маса рослин сорго зернового в середньому за роками і за технологічними чинниками зростала на 72,0 г/м<sup>2</sup> (21,0 %), а при збільшенні з 200 до 240 тис. шт./га (на сталий крок градації – 40 тис. шт./га) – лише на 31,0 г/м<sup>2</sup> (на 6,5 %).

Зростання показників повітряно-сухої біомаси рослин сорго зернового за поступового підвищення норми висіву насіння

відбувалося завдяки збільшенню кількості рослин на одиниці площі, при цьому повітряно-суха біомаса окремо взятої рослини поступово зменшувалася, навіть з урахуванням відсотка збереженості рослин за фазами розвитку. Закономірно припустити, що повітряно-суха маса індивідуальної рослини більшою мірою знижується при підвищенні норми висіву з 200 до 240 тис. шт./га, що підтверджує аналіз показників.

Способи сівби також забезпечували істотні зміни повітряно-сухої маси рослин сорго, проте їхня ефективність була значно меншою, ніж норм висіву насіння. У фазі кушіння, коли конкуренція між рослинами сорго значно менша, ніж у наступні фази, різниці між показниками повітряно-сухої надземної біомаси рослин не було. Широкорядна сівба з міжряддями 45 см забезпечувала формування більшої повітряно-сухої маси рослин сорго порівняно з міжряддями 70 см.





### Фаза досягання

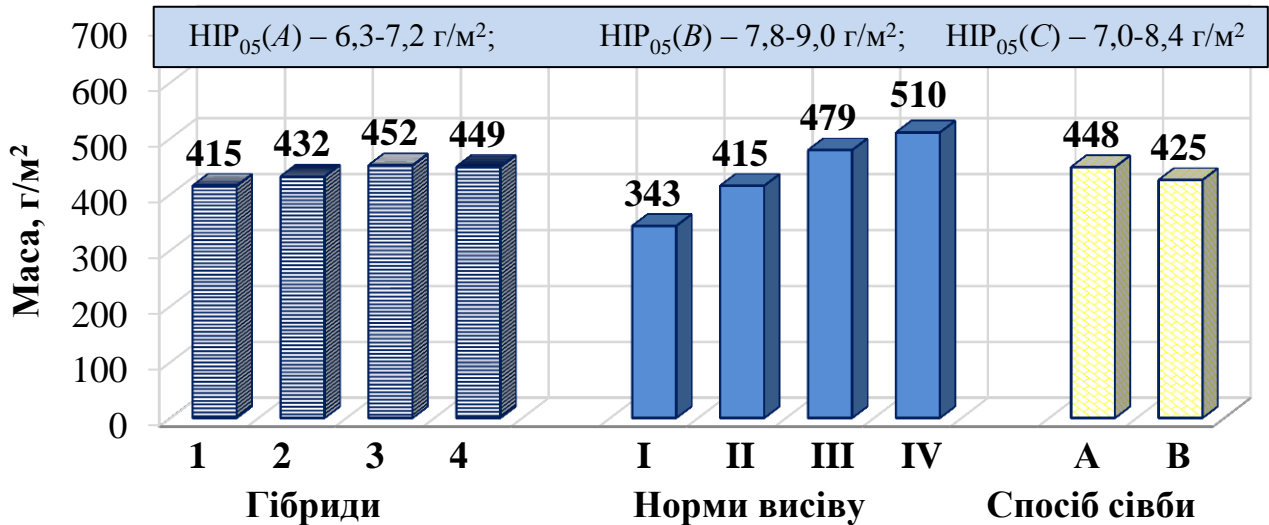


Рис. 2. Повітряно-суха маса рослин сорго в середньому за головними ефектами досліджуваних чинників за фазами росту і розвитку, середнє за 2007–2009, 2012 рр.

Умовні позначення: \* Гібриди (чинник A): 1 – Степовий 8; 2 – Прайм; 3 – Даш E; 4 – Спринт W. \*\* Норми висіву насіння, тис./га (чинник B): I – 120, II – 160, III – 200, IV – 240; \*\*\* Способи сівби (чинник C): A – широкорядний з міжряддям 45 см; B – широкорядний з міжряддям 70 см.

Логічно, що найбільша різниця між показниками повітряно-сухої маси рослин сорго була під час фази досягання, за найвищої ценотичної напруги в посівах. Зокрема, під час фази трубкування повітряно-суха надземна маса рослин сорго на варіантах із міжряддям 45 см була на 5,2 г/м<sup>2</sup> більшою, ніж на варіантах із міжряддям 70 см, тоді як під час фази досягання – на 23,0 г/м<sup>2</sup>. Водночас у відносних результатах різниця була фактично на одному рівні – близько 5,5 %.

Між гібридами (чинник A) існувала суттєва різниця за показниками повітряно-сухої надземної маси рослин в усі фази проведення вимірів. У фазі кушіння максимальну повітряно-суху масу формували посіви сорго гібрида Даш E. Рослини саме цього гібрида мали максимальну висоту у цій фазі, тобто, як зазначено раніше, вони більш повно реалізували наявний, хоча й обмежений, агроресурс території.

У фазі досягання максимальною повітряно-суха надземна маса рослин сорго також була на варіантах гібрида Даш E. За цим показником фактично на такому ж рівні були посіви гібрида сорго Спринт W. У цій фазі повітряно-суха надземна маса рослин гібридів Даш E і Спринт W у середньому за іншими чинниками становила 452 і 449 г/м<sup>2</sup>, за НІР<sub>05</sub> – 6,3–7,2 г/м<sup>2</sup>.

Максимальну повітряно-суху масу рослин сорго в усі фази проведення вимірів було відзначено на варіанті з гібридом Даш E за

норми висіву насіння 240 тис. шт./га і широкорядного способу сівби з міжряддями 45 см (табл. 2).

**2. Повітряно-суха маса рослин сорго залежно від норми висіву та способу сівби за фазами розвитку, см (середнє за 2007–2009, 2012 рр.)**

Гібрид	Спо-сіб сівби	Норма висіву, тис. шт./га	Фази розвитку					
			кущіння		вихід у трубку		достигання	
			I**	II	I	II	I	II
Степовий 8	Ш <sub>45</sub> *	120	15,5	-6,2	73,6	-20,3	332,0	-104,9
		160	20,0	-1,7	88,4	-5,5	398,0	-38,9
		200	24,3	+2,6	109,4	-15,5	459,7	+22,8
		240	27,8	+6,1	122,4	-28,5	490,0	+53,1
	Ш <sub>70</sub>	120	15,9	-5,8	69,8	-24,1	330,9	-106,0
		160	19,9	-1,8	85,7	-8,2	405,2	-31,7
		200	23,9	+2,2	101,1	+7,2	443,5	+6,6
		240	27,1	+5,4	109,0	+15,1	461,8	+24,9
Прайм	Ш <sub>45</sub>	120	15,9	-5,8	68,5	-25,4	348,0	-88,9
		160	20,3	-1,4	83,8	-10,1	419,0	-17,9
		200	24,4	+2,7	101,7	+7,8	497,1	+60,2
		240	27,9	+6,2	114,6	+20,7	527,1	+90,2
	Ш <sub>70</sub>	120	15,6	-6,1	67,3	-26,6	329,8	-107,1
		160	19,5	-2,2	81,9	-12,0	394,4	-42,5
		200	23,6	+1,9	97,5	+3,6	455,2	+18,3
		240	27,3	+5,6	108,9	+15,0	482,9	+46,0
Даш E	Ш <sub>45</sub>	120	16,0	-5,7	72,0	-21,9	356,7	-80,2
		160	20,6	-1,1	90,6	-3,3	440,8	+3,9
		200	24,7	+3,0	109,0	+15,1	511,8	+74,9
		240	28,3	+6,6	123,1	+29,2	556,7	+119,8
	Ш <sub>70</sub>	120	19,0	-2,7	70,8	-23,1	343,2	-93,7
		160	20,0	-1,7	82,4	-11,5	414,3	-22,6
		200	24,2	+2,5	98,2	+4,3	480,7	+43,8
		240	27,4	+5,7	108,3	+14,4	508,4	+71,5
Спринт W	Ш <sub>45</sub>	120	15,0	-6,7	71,2	-22,7	358,5	-78,4
		160	19,1	-2,6	89,5	-4,4	432,4	-4,5
		200	23,0	+1,3	106,8	+12,9	502,0	+65,1
		240	26,5	+4,8	119,5	+25,6	544,7	+107,8
	Ш <sub>70</sub>	120	15,2	-6,5	70,4	-23,5	347,4	-89,5
		160	19,3	-2,4	90,6	-3,3	416,7	-20,2
		200	22,5	+0,8	102,4	+8,5	480,5	+43,6
		240	25,3	+3,6	112,8	+18,9	511,1	+74,2
Середнє за дослідом			21,7	–	93,9	–	436,9	–

\* Широкорядний спосіб сівби з міжряддям 45 (Ш<sub>45</sub>) і 70 (Ш<sub>70</sub>) см.

\*\* I – повітряно-суха маса рослин; II – +/- до середнього показника в досліді.

У фази кущіння, виходу рослин у трубку та досягання в середньому по роках вона становила 28,3; 123,1 і 556,7 г/м<sup>2</sup>.

Аналіз часткових порівнянь ефектів подвійної взаємодії досліджуваних чинників показав їхню істотну взаємодію. За аналогією із показниками висоти рослин, вплив норми висіву на мінливість показників повітряно-сухої маси рослин був значно вищим на варіантах широкорядного способу сівби з міжряддями 70 см. Наприклад, під час фази досягання на посівах гібрида Прайм максимальна розбіжність показників повітряно-сухої маси рослин за впливу норми висіву насіння на широкорядних посівах із міжряддями 45 см становила 179 г/м<sup>2</sup> (51,4 %), у той час як на варіантах із міжряддями 70 см – 153 г/м<sup>2</sup> (46,3 %). Аналогічну закономірність взаємодії норми висіву насіння та способу сівби було відмічено в усіх досліджуваних гібридів.

Взаємодії норм висіву із гібридами або способів сівби з гібридами в дослідженнях не виявлено, тобто ефективність технологічних чинників (норм висіву та способів сівби) на варіантах усіх досліджуваних гібридів була фактично на одному рівні.

Відомо, що основними показниками, які визначають продуктивність рослин, є площа та маса асиміляційного апарату, які, у свою чергу, зумовлюються кількістю листя на одній рослині та його масою, що є похідною від вмісту мезофілу в листовій пластинці та густоти рослин [50]. Регулюючи складові елементи технології вирощування, можна досягти оптимальних параметрів основних фотосинтетичних показників: індексу листової поверхні посівів, фотосинтетичного потенціалу й чистої продуктивності фотосинтезу.

Інтенсивність фотосинтезу залежить від величини листової поверхні та потужності асиміляційної паренхіми листків, а також режиму їх живлення і тривалості активної вегетації. Ці показники є вирішальним фактором продуктивності фотосинтезу, що визначає кількісні та якісні показники врожаю [2].

Оскільки розмір асиміляційного апарату рослин відіграє важливу роль у процесах утворення органічної речовини [1, 5], нами було визначено та проаналізовано розмір листової поверхні гібридів сорго зернового за впливу норм висіву і способів сівби. Показники індексу листової поверхні за впливу досліджуваних технологічних чинників наведено в табл. 3 і на рис. 3.

Аналіз представлених результатів показує, що індекс листової поверхні рослин усіх досліджуваних гібридів сорго зернового має чітко виражену тенденцію до підвищення із збільшенням норми висіву насіння та звуженням ширини міжрядь від 70 до 45 см.

**3. Індекс листової поверхні рослин сорго зернового (м<sup>2</sup> листків/м<sup>2</sup>) залежно від норми висіву та способу сівби за фазами розвитку (середнє за 2007–2009, 2012 рр.)**

Гібрид	Спо-сіб сівби	Норма висіву, тис. шт./Га	Фази розвитку					
			кущіння		вихід у трубку		достигання	
			I**	II	I	II	I	II
Степовий 8	Ш <sub>45</sub> *	120	0,58	-0,25	1,65	-0,50	2,92	-0,87
		160	0,74	-0,09	2,07	-0,08	3,48	-0,31
		200	0,90	+0,07	2,43	+0,28	3,98	+0,19
		240	1,02	+0,19	2,79	+0,64	4,26	+0,47
	Ш <sub>70</sub>	120	0,57	-0,26	1,61	-0,54	2,85	-0,94
		160	0,73	-0,10	1,96	-0,19	3,35	-0,44
		200	0,88	+0,05	2,33	+0,18	3,81	+0,02
		240	1,00	+0,17	2,56	+0,41	4,01	+0,22
Прайм	Ш <sub>45</sub>	120	0,61	-0,22	1,56	-0,59	3,03	-0,76
		160	0,79	-0,04	1,94	-0,21	3,65	-0,14
		200	0,94	+0,11	2,31	+0,16	4,23	+0,44
		240	1,07	+0,24	2,60	+0,45	4,53	+0,74
	Ш <sub>70</sub>	120	0,58	-0,25	1,56	-0,59	2,91	-0,88
		160	0,74	-0,09	1,93	-0,22	3,42	-0,37
		200	0,90	+0,07	2,28	+0,13	3,95	+0,16
		240	1,04	+0,21	2,54	+0,39	4,22	+0,43
Даш E	Ш <sub>45</sub>	120	0,60	-0,23	1,65	-0,50	3,08	-0,71
		160	0,77	-0,06	2,04	-0,11	3,71	-0,08
		200	0,95	+0,12	2,46	+0,31	4,38	+0,59
		240	1,09	+0,26	2,77	+0,62	4,28	+0,49
	Ш <sub>70</sub>	120	0,60	-0,23	1,56	-0,59	3,06	-0,73
		160	0,75	-0,08	1,95	-0,20	3,70	-0,07
		200	0,91	+0,08	2,28	+0,13	4,24	+0,45
		240	1,03	+0,20	2,60	+0,45	4,55	+0,76
Спринт W	Ш <sub>45</sub>	120	0,60	-0,23	1,62	-0,53	3,15	-0,64
		160	0,76	-0,07	2,02	-0,13	3,79	0,0
		200	0,92	+0,09	2,40	+0,25	4,43	+0,64
		240	1,07	+0,24	2,70	+0,55	4,76	+0,97
	Ш <sub>70</sub>	120	0,58	-0,25	1,59	-0,56	3,07	-0,72
		160	0,75	-0,08	2,04	-0,11	3,61	-0,18
		200	0,91	+0,08	2,32	+0,17	4,18	+0,39
		240	1,02	+0,19	2,58	+0,43	4,54	+0,75
Середнє по досліді			0,83	–	2,15	–	3,79	–

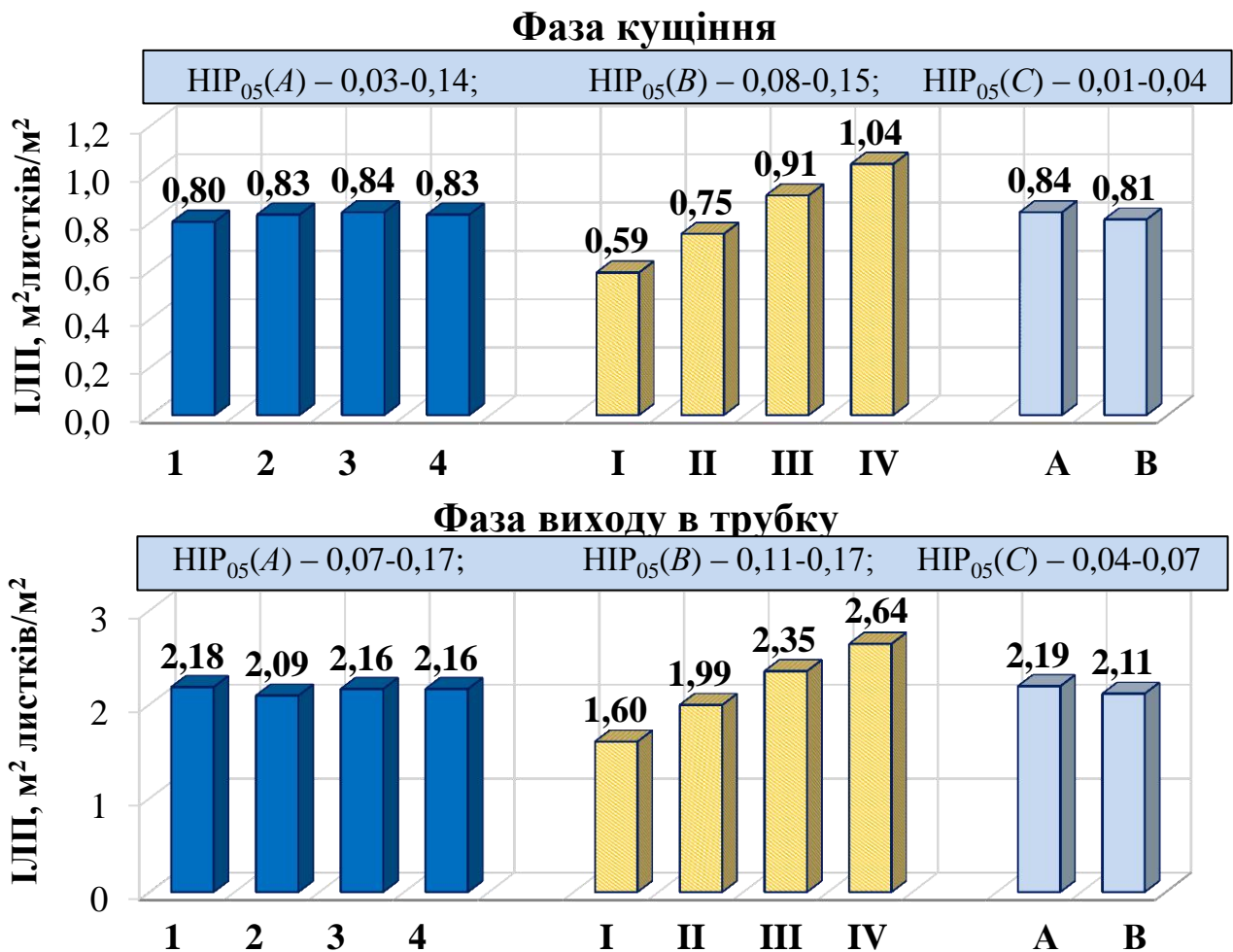
\* Ширококорядний спосіб сівби з міжряддям 45 (Ш<sub>45</sub>) і 70 (Ш<sub>70</sub>) см.

\*\* I – індекс листової поверхні, м<sup>2</sup> листків/м<sup>2</sup>; II – +/- до середнього показника в досліді.

Особливо інтенсивно індекс листової поверхні рослин сорго досліджуваних гібридів зростав із підвищенням норми висіву насіння

від 120 до 160 тис. шт./га. Між варіантами норми висіву насіння 200 і 240 тис. шт./га різниця показника цього індексу в усіх досліджуваних гібридів була найменшою.

Найбільшою різниця між показниками індексу листової поверхні рослин за впливу норми висіву насіння була під час фази куціння. У подальшому розбіжність між показниками індексу дещо зменшувалася. Зокрема, під час фази куціння максимальна розбіжність між цими показниками за впливу норми висіву становила 76,3 %, під час фази виходу рослин у трубку – 60,0 %, у фазі досягання – лише 46,0 %, що зумовлено, з одного боку, більшим випадінням рослин до фази досягання на загущених посівах, а з другого – меншою індивідуальною площею листа однієї рослини через підвищення конкурентної боротьби між ними.



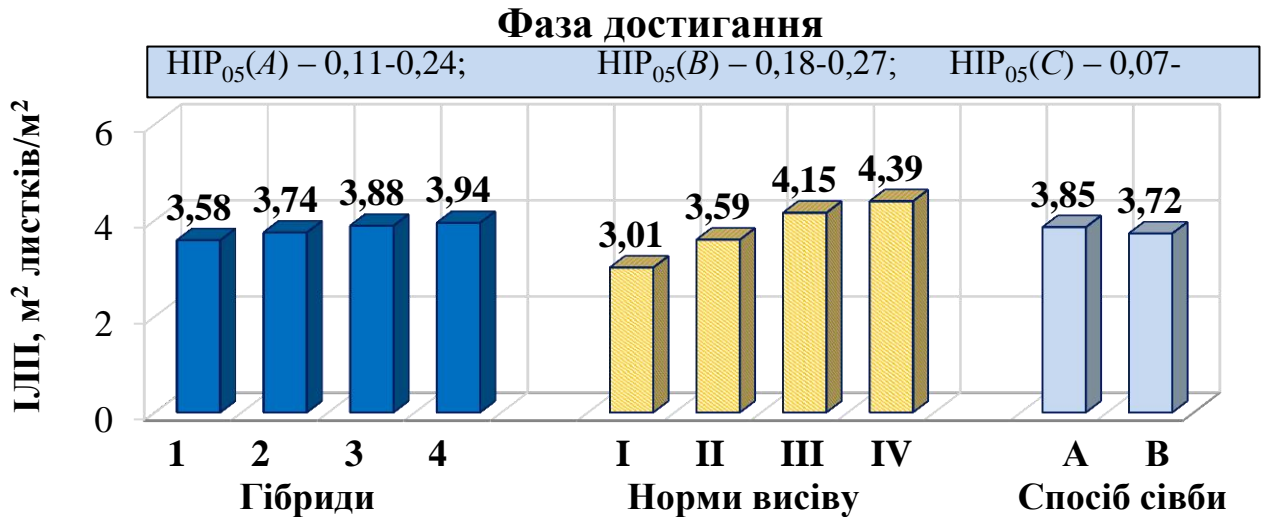


Рис. 3. Індекс листової поверхні рослин сорго в середньому за заголовними ефектами досліджуваних чинників за фазами росту й розвитку. Середнє за 2007–2009, 2012 рр.

Умовні позначення: \* Гібриди (чинник A): 1 – Степовий 8; 2 – Прайм; 3 – Даш E; 4 – Спринт W. \*\* Норми висіву насіння, тис. шт./га (чинник B): I – 120, II – 160, III – 200, IV – 240; \*\*\* Спосіб сівби (чинник C): A – широкорядний з міжряддям 45 см; B – широкорядний з міжряддям 70 см

Аналіз показників індексу листової поверхні рослин сорго за впливу способу сівби показав іншу закономірність порівняно з впливом норми висіву насіння. Зокрема, якщо вплив норми висіву у міру росту рослин поступово зменшувався, то вплив способів сівби в усі фази досліджень залишався фактично на одному рівні. Максимальна розбіжність між середніми показниками індексу листової поверхні рослин сорго, отриманими на варіантах головного ефекту способу сівби (чинник C) у фази кущіння, виходу у трубку та викидання волоті, становила 3,7; 3,8 і 3,5 % відповідно. Водночас в абсолютних показниках різниця від фази кущіння до фази досягання значно зростала.

Аналіз результатів ефектів подвійної взаємодії досліджуваних чинників показав високу взаємодію тих чинників, що регламентують площу живлення індивідуальної рослини та її форму. Ефектів подвійної взаємодії досліджуваних ценотичних чинників і гібридів не встановлено.

Ефективність застосування різних норм висіву та їхній вплив на мінливість показників індексу листової поверхні рослин сорго проявлялися більшою мірою на варіантах широкорядної сівби з міжряддями 70 см. Логічним є те, що ефективність цієї взаємодії зростала від фази кущіння до фази досягання, тобто у міру поступового підвищення ценотичної напруги в посівах. Наприклад, розмах мінливості індексу листової поверхні сорго гібрида Степовий 8 під час фази кущіння залежно від впливу норми висіву насіння на варіантах сівби з міжряддями 45 і 70 см був фактично однаковим – 75,8

і 75,4 %, тоді як під час фази досягання – 45,9 і 40,7 % відповідно. Тобто у фазі досягання розмах варіабельності показника за впливу норми висіву був помітно вищим на варіантах більш рівномірного розподілу по площі живлення, оскільки норма висіву у випадку рівномірнішого розподілу рослин по площі діяла більш ефективно. На інших гібридах відмічено аналогічну закономірність ефективності взаємодії норми висіву насіння та способу сівби.

**Висновки.** Проведені дослідження свідчать, що:

- вплив досліджуваних чинників на мінливість висоти рослин гібридів сорго визначався їх комплексною взаємодією, насамперед взаємодією норм висіву та способу сівби. Різниця між способом сівби при різній ширині міжрядь була більшою на варіантах з максимальною нормою висіву, а вплив самих норм висіву був вищим на варіантах широкорядної сівби з міжряддями 70 см. Зокрема, діапазон мінливості висоти рослин гібрида Степовий 8 (контроль) у фазі досягання за впливу норм висіву у посівах з міжряддями 45 см становив 2,5 см, а на варіантах з міжряддями 70 см – 4,2 см. Розбіжність між висотою рослин гібрида Степовий 8 (контроль) у фазі досягання за впливу норм висіву у посівах з міжряддями 45 см становила 2,5 см, а на варіантах з міжряддями 70 см – 4,2 см. Розбіжність між висотою рослин гібрида Степовий 8 за впливу способу сівби на варіантах норми висіву 120 тис. шт./га становила 1,3 см, а на варіантах з нормою висіву 240 тис. шт./га – 3,0 см. Цю закономірність встановлено і для досліджуваних гібридів;

- серед досліджуваних гібридів сорго максимальну повітряно-суху масу рослин формував гібрид Даш Е на варіантах з нормою висіву насіння 240 тис. шт./га і широкорядним способом сівби з міжряддями 45 см. У фазах кушіння, виходу в трубку та досягання в середньому по роках маса рослин становила 28,3 г/см<sup>2</sup>, 123,1 і 556,7 г/м<sup>2</sup>;

- індекс листової поверхні всіх досліджуваних гібридів мав чітку тенденцію до підвищення зі збільшенням норми висіву насіння та звуженням ширини міжрядь із 70 до 45 см. Особливо інтенсивно цей індекс зростав із підвищенням норми висіву насіння зі 120 до 160 тис. шт./га. Між варіантами норми висіву насіння 200 і 240 тис. шт./га різниця за показником індексу листової поверхні в усіх досліджуваних гібридів була найменшою.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Алабушев А.В. Адаптивная технология выращивания зернового сорго в засушливой зоне Северного Кавказа / А. В. Алабушев. – Зерноград, 2000. – 191 с.

2. АнтимONOва О.Н. Разработка агротехнических приёмов возделывания зернового сорго в условиях Самарской области: автореф.

дис. на соиск. учён. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09 «Растениеводство» / О.Н. Антимова. – Пенза, 2004. – 19 с.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Дремлюк Г.К. Основні елементи технології вирощування сорго / Г. К. Дремлюк, В. Л. Гамадій, І. В. Гамадій // Посібник укр. хлібороба. – 2013. – № 3. – С. 274–277.

5. Климович П.В. Вплив норми висіву на ріст і розвиток сорго зернового / П. В. Климович, А.О. Січкарь, Л.М. Кононенко // Зб. наук. пр. Уман. нац. ун-ту садівництва. – Умань, 2011. – Ч. 1. – Вип. 75. – С. 76–80.

6. Шепель Н.А. Сорго / Н.А. Шепель. – Волгоград, 1994. – 448 с.

7. Щербаков В.Я. Зерновое сорго / В.Я. Щербаков. – Киев–Одесса: Вища школа, 1983. – 192 с.

*Стаття надійшла до редакції 25.04.2018 р.*

**Л.А. Свиридова**, ст. преподаватель  
Харьковский национальный аграрный  
университет им. В.В. Докучаева  
Харьков, Украина

### **Динамика формирования биометрических показателей гибридов сорго зернового**

Представлены результаты четырехлетних исследований относительно комплексного влияния норм высева и способов посева на динамику формирования биометрических показателей гибридов сорго зернового.

Цель исследований – определить влияние различных комбинаций норм высева и способов посева на высоту исследуемых гибридов, индекс листовой поверхности и воздушно-сухую массу растений в условиях Восточной Лесостепи Украины.

Исследования проводили на протяжении 2007–2009, 2012, 2013 гг. на опытном поле ХНАУ им. В.В. Докучаева в соответствии с общепринятой методикой. Трехфакторный опыт закладывали методом расщепленных делянок в четырехкратной повторности. В опыте изучали четыре гибрида сорго зернового (фактор А): Степной 8 (контроль), Прайм, Даш Е, Спринт W. Делянками второго порядка (фактор В) был широкорядный способ посева с междурядьями 45 и 70 см, третьего порядка (фактор С) – четыре нормы высева семян: 120, 160, 200 и 240 тыс. шт./га. Площадь учетной делянки третьего порядка составила 20,0 м<sup>2</sup>.

Район проведения исследований имеет нестабильный характер увлажнения и температурный режим, значительно варьирующие по сравнению со средними многолетними показателями.

На высоту растений исследуемых гибридов в большей степени влияли нормы высева семян, особенно нормы 200 и 240 тыс. шт./га в комбинации с шириной междурядий 70 см.



Среди исследуемых гибридов сорго максимальную воздушно-сухую массу растений формировал гибрид Даш Е на вариантах с нормой высева 240 тыс. шт./га и широкорядным способом сева с междурядьями 45 см.

Индекс листовой поверхности у всех исследуемых гибридов возрастал с увеличением нормы высева от 120 до 160 тыс. шт./га и севом с шириной междурядий 45 см. Наименьшая разница между показателями листового индекса была у гибридов между вариантами норм высева 200 и 240 тыс. шт./га.

**Ключевые слова:** сорго зерновое, нормы высева, способы посева, высота растений, индекс листовой поверхности, воздушно-сухая масса растений.

**L.A. Sviridova**, a senior lecturer  
Kharkiv National Agrarian University  
named after V.V. Dokuchayev  
Kharkiv, Ukraine

### **Dynamics of formation of biometric indices of hybrids of sorghum of grain**

The results of the four-year research work concerning the complex influence of sowing rates and methods on the dynamic formation of biometrical indices for grain sorghum hybrids are presented.

The research aim is to determine the influence of different combinations in sowing rates and methods on the height of the researched hybrids, a leaf surface index and air dry plant mass under the conditions of the Eastern Forest-Steppe in Ukraine.

The research work was carried out in the experimental field of KhNAU named after V.V. Dokuchaiev according to the generally accepted methods during 2007 – 2009, 2012. The three factor experiment was laid by the method of split plots repeated four times. Four hybrids of grain sorghum (factor A): Stepnoi 8 (control), Prime, Dash E, Sprint W were studied in the research work. The plots of the second order (factor B) were a broad row sowing method where spaces between rows were 45 and 70 cm, those of the third order (factor C) – four seed sowing rates – 120, 160, 200 and 240 thousand pcs /ha. The area of the registration plot in the third order was 20,0 m<sup>2</sup>.

The region to carry out the research work is characterized by changeable moisture and its temperature conditions vary considerably in comparison with average indices of many years.

The plant height of the researched hybrids was influenced mainly by sowing rates, especially when sowing rate was 200 and 240 thousand pcs/ha and the breadth of spaces between rows was 70 cm.

Dash E hybrid formed the maximum air dry plant mass on the variants of seed sowing rate – 240 thousand pcs/ha when a broad sowing method was used and the space between rows made up 45 cm.

The leaf surface index of all the researched hybrids increased when sowing rate increased from 120 to 160 thousand pcs/ha and the space between rows made up 45 cm. The smallest difference between leaf indices belonged to the hybrids between the variants of sowing rates 200 and 240 thousand pcs/ha.

**Key words:** grain sorghum, sowing rates, sowing methods, height of plants, leaf surface index, air dry mass of plants.