

## ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГОВИХ КУЛЬТУР У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*І.П. Гринюк, аспірантка\**

*Висвітлено результати досліджень впливу фотосинтетичної активності різних видів сорго на рівень урожайності насіння.*

**Сорго цукрове, сорго зернове, соріз, площа листового апарату, фотосинтетичний потенціал (ФП), чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ).**

Сорго – одна із найбільш перспективних культур у Правобережному Лісостепу України. Сорго зернове відіграє важливу роль у виробництві крохмалю та крупи, цукрове – кормів і цукру сирцю. Крім того, усі види сорго є цінними біоенергетичними культурами [2].

Як відомо, урожайність насіння культури залежить від фотосинтетичної активності рослин, яка корелює з такими факторами, як погодно-кліматичні умови та технології вирощування культури. Якщо в першому випадку фактори неконтрольовані людиною, то в іншому – безпосередньо залежать від її діяльності [4]. Одним із таких контрольованих чинників є вміст поживних речовин у ґрунті, який залежить від рівня мінерального живлення культури [3], тому встановлення оптимального удобрення соргових культур з метою підвищення фотосинтетичної діяльності листового апарату є важливим питанням, яке варто досліджувати.

**Мета дослідження** – встановити фотосинтетичну продуктивність сорго цукрового, зернового та сорізу залежно від удобрення в Правобережному Лісостепу України.

**Матеріали і методи дослідження.** Польові дослідження проводили на базі АДС НУБіП України (Київська область, Васильківський район, с. Пшеничне) в 2007–2009 рр. відповідно до загальноприйнятої методики за трьох факторною схемою в чотирикратному повторенні із систематичним розміщенням ділянок. Досліди були закладені на чорноземі типовому в умовах Правобережного Лісостепу України. Схема досліду передбачала вивчення таких факторів, як сорти сорго (сорго цукрове Пам'яті Шепеля, сорго цукрове Аграрний 5 F<sub>1</sub>, сорго цукрове Кримське 15, сорго зернове Кримбел, соріз Крупинка 10) та норми мінеральних добрив.

Облік урожайності зерна проводили методом пробного снопа [1]. Площу листової поверхні рослин й чисту продуктивність фотосинтезу визначали за методикою А. А. Ничипоровича [3].

---

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор С. М. Каленська.

**Результати дослідження та їх аналіз.** Результати наших досліджень демонструють змінність та залежність площі листового апарату від погодних умов року, сортів і видів сорго, удобрення та фаз розвитку культури. Так, площа листової поверхні сорго залежно від варіантів удобрення варіювала в межах 3,93–6,68 тис. м<sup>2</sup>/га – у фазу кушіння, 16,39–47,74 тис. м<sup>2</sup>/га – у фазу виходу у трубку, 31,26–58,93 тис. м<sup>2</sup>/га – під час викидання волоті, 16,40–7,75 тис. м<sup>2</sup>/га – у молочно-воскову стиглість зерна та 12,96–51,73 тис. м<sup>2</sup>/га – під час повної стиглості зерна (табл. 1). Протягом всього періоду вегетації площа листової поверхні сорго зернового Кримбел та сорізу Крупинка 10 поступалася всім сортам сорго цукрового. Найвищий показник площі листового апарату в усіх варіантах досліджень був зафіксований у фазу викидання волоті в гібриді Аграрний 5 F з удобренням N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>60</sub> і становив 58,93 тис. м<sup>2</sup>/га (табл. 1).

Характерною рисою наростання площі листової поверхні досліджуваних сортів і видів сорго було її інтенсивне збільшення від початкових етапів онтогенезу до фази викидання волоті та зниження – від викидання волоті до настання повної стиглості зерна. Це явище пов'язано зі спадом фотосинтетичної активності асимілюючого апарату листків і розподілом поживних речовин між репродуктивними органами та коренями.

Площа асиміляційного апарату є важливим показником фотосинтетичної активності рослин, тому для більш повної оцінки продуктивності фотосинтезу слід використовувати показник фотосинтетичного потенціалу (ФП). Цей параметр показує метричні виміри та кількість днів активної роботи асиміляційної поверхні листка [3, 5].

Нами встановлено, що динаміка формування фотосинтетичного потенціалу всіх досліджуваних соргових культур була аналогічна наростанню площі листової поверхні. Слід відмітити, що ФП прямо пропорційно корелював з урожайністю насіння культур. Найвищий ФП був у сорго цукрового гібриду Аграрний 5 F у міжфазний період викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна й коливався залежно від удобрення в межах від 2,32–2,89 млн м<sup>2</sup>/га на добу (табл. 2). ФП двох інших сортів сорго цукрового (Пам'яті Шепеля та Кримське 15) поступалися гібриду Аграрний 5 F, але разом з тим перевищували значення ФП сорго зернового сорту Кримбел та сорізу сорту Крупинка 10. Найменші показники фотосинтетичного потенціалу були в сорізу Крупинка 10, за винятком міжфазного період викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна. Так, ФП сорізу Крупинка 10 за удобрення N<sub>180</sub>P<sub>150</sub>K<sub>90</sub> становив на 39 % більше порівняно з аналогічним варіантом сорго зернового сорту Кримбел (табл. 2).

Найбільш комплексним показником оцінки фотосинтетичної діяльності рослин є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), яка показує приріст сухої біомаси рослини за одиницю часу на одиниці площі листового апарату [3].

Варто відмітити, що рівень ЧПФ сорго варіював залежно від сорту та фази розвитку культур у межах 1,24–7,59 г/м<sup>2</sup> на добу (рис. 1). ЧПФ усіх сортів сорго цукрового була значно вища за аналогічні варіанти сорго зернового. Найпродуктивнішим етапом онтогенезу для формування ЧПФ був міжфазний

період викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна. Найбільшу чисту продуктивність фотосинтезу зафіксували в сорго цукрового гібриду Аграрний 5F на варіанті з удобренням N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>60</sub> у міжфазний період викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна (7,59 г/м<sup>2</sup> на добу) (рис. 1).

**1. Динаміка формування листкового апарату рослинами сорго залежно від видових і сортових особливостей, удобрення та фаз розвитку культури, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє значення за 2007–2009 рр.)**

Сорт	Удобрєння	Фаза розвитку				
		кущїння	вихїд у трубку	викидання волотї	МОЛОЧНО-ВОСКОВА СТИГЛїСТЬ	ПОВНА СТИГЛїСТЬ
Пам'ятї Шепеляв	без добрив	5,58	32,04	41,41	34,06	26,14
	N <sub>30</sub> P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>	5,69	32,49	43,13	35,45	30,05
	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>	5,87	34,16	44,28	39,12	32,52
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>	5,94	34,74	46,35	41,41	32,93
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>	6,02	35,14	47,98	41,99	33,71
	N <sub>150</sub> P <sub>125</sub> K <sub>75</sub>	5,92	34,69	45,68	40,25	33,52
	N <sub>180</sub> P <sub>150</sub> K <sub>90</sub>	5,73	33,66	42,32	40,19	30,76
Аграрний 5F	без добрив	5,05	38,24	54,32	44,29	38,25
	N <sub>30</sub> P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>	5,32	42,36	56,83	50,02	42,09
	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>	5,50	44,41	57,34	53,37	47,85
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>	5,72	47,12	58,11	56,72	50,02
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>	5,80	47,74	58,93	57,75	51,73
	N <sub>150</sub> P <sub>125</sub> K <sub>75</sub>	5,61	46,07	56,43	56,23	50,70
	N <sub>180</sub> P <sub>150</sub> K <sub>90</sub>	5,43	44,06	54,01	53,78	49,67
Кримське 15	без добрив	5,72	25,19	36,36	31,65	21,03
	N <sub>30</sub> P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>	6,12	31,00	42,49	36,80	25,19
	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>	6,35	35,49	44,89	39,97	27,93
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>	6,51	37,57	49,83	42,05	29,24
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>	6,68	39,20	50,27	44,79	30,67
	N <sub>150</sub> P <sub>125</sub> K <sub>75</sub>	6,54	35,49	46,76	40,30	27,60
	N <sub>180</sub> P <sub>150</sub> K <sub>90</sub>	6,42	29,16	38,88	31,32	21,35
Кримбел	без добрив	6,37	31,52	33,50	16,40	12,96
	N <sub>30</sub> P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>	6,39	32,00	36,80	18,22	15,95
	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>	6,51	32,97	39,30	23,57	17,98
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>	6,56	34,60	42,63	24,75	19,94
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>	6,58	36,70	45,09	29,12	21,20
	N <sub>150</sub> P <sub>125</sub> K <sub>75</sub>	6,60	37,96	45,83	29,56	21,83
	N <sub>180</sub> P <sub>150</sub> K <sub>90</sub>	6,46	36,70	44,52	27,51	19,94
Крупинка 10	без добрив	3,93	16,39	31,26	23,95	16,20
	N <sub>30</sub> P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>	3,98	17,76	35,81	24,26	16,51
	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>	4,05	21,28	39,79	24,46	17,22
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>	4,09	23,16	44,40	26,09	18,43
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>	4,12	25,15	46,62	28,22	21,65
	N <sub>150</sub> P <sub>125</sub> K <sub>75</sub>	4,23	27,65	48,53	31,93	25,28
	N <sub>180</sub> P <sub>150</sub> K <sub>90</sub>	4,11	27,07	46,97	30,02	24,29

Проведений нами статистичний аналіз результатів досліджень показує пряму кореляційну залежність ЧПФ з урожайністю насіння сорго цукрового, зернового та сорізу (рис. 2). Кореляція описується рівнянням  $y = 1,2638x - 2,4262$ , коефіцієнт кореляції становить 0,88.

## 2. Фотосинтетичний потенціал посів сорго залежно від видових і сортових особливостей, удобрення та фаз розвитку культури, млн м<sup>2</sup>/га на добу (середнє значення за 2007–2009 рр.)

Сорт	Удобрення	Кущіння - вихід у трубку	Вихід у трубку - викидання волоті	Викидання волоті - молочно- воскова стиглість зерна	Молочно-воскова стиглість – повна стиглість зерна
Пам'яті Шепеляв	без добрив	0,64	0,77	0,91	0,54
	N <sub>30</sub> P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>	0,67	0,83	0,94	0,59
	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>	0,70	0,86	1,04	0,64
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>	0,71	0,97	1,10	0,71
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>	0,74	1,00	1,17	0,72
	N <sub>150</sub> P <sub>125</sub> K <sub>75</sub>	0,73	0,96	1,16	0,70
	N <sub>180</sub> P <sub>150</sub> K <sub>90</sub>	0,71	0,91	1,16	0,67
Аграрний 5F	без добрив	0,69	1,39	2,32	0,99
	N <sub>30</sub> P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>	0,76	1,49	2,56	1,11
	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>	0,80	1,58	2,66	1,27
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>	0,85	1,63	2,93	1,33
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>	0,88	1,65	2,98	1,37
	N <sub>150</sub> P <sub>125</sub> K <sub>75</sub>	0,85	1,59	2,87	1,34
	N <sub>180</sub> P <sub>150</sub> K <sub>90</sub>	0,84	1,52	2,80	1,29
Кримське 15	без добрив	0,49	0,77	0,82	0,79
	N <sub>30</sub> P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>	0,59	0,92	0,99	0,93
	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>	0,67	1,00	1,15	1,05
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>	0,71	1,09	1,24	1,11
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>	0,73	1,16	1,33	1,17
	N <sub>150</sub> P <sub>125</sub> K <sub>75</sub>	0,69	1,07	1,26	1,09
	N <sub>180</sub> P <sub>150</sub> K <sub>90</sub>	0,59	0,88	1,02	0,84
Кримбел	без добрив	0,53	0,59	0,67	0,37
	N <sub>30</sub> P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>	0,54	0,62	0,80	0,44
	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>	0,55	0,69	0,91	0,56
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>	0,60	0,73	1,01	0,60
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>	0,63	0,82	1,19	0,68
	N <sub>150</sub> P <sub>125</sub> K <sub>75</sub>	0,65	0,84	1,24	0,72
	N <sub>180</sub> P <sub>150</sub> K <sub>90</sub>	0,63	0,81	1,19	0,66
Крулинка 10	без добрив	0,33	0,38	0,83	0,32
	N <sub>30</sub> P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>	0,35	0,46	0,93	0,33
	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>	0,41	0,52	1,00	0,33
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>	0,45	0,61	1,13	0,38
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>	0,48	0,65	1,27	0,42
	N <sub>150</sub> P <sub>125</sub> K <sub>75</sub>	0,53	0,69	1,41	0,49
	N <sub>180</sub> P <sub>150</sub> K <sub>90</sub>	0,51	0,67	1,39	0,46

Продуктивність фотосинтезу є цінним агропоказником через можливість прогнозування та програмування урожайності культур.

Пам'яті Шепеля	без добрив	3,19	3,76	5,53	12,20
	N30P25K15	3,36	3,80	5,70	12,41
	N60P50K30	3,59	3,99	6,04	12,93
	N90P75K45	3,67	4,47	6,52	13,14
	N120P100K60	4,32	4,96	6,54	13,61
	N150P125K75	4,22	4,78	6,53	13,42
	N180P150K90	4,20	4,76	6,49	12,99
Аграрний 5Г	без добрив	4,35	6,27	7,13	4,62
	N30P25K15	4,39	6,29	7,14	5,04
	N60P50K30	5,35	6,52	7,23	5,11
	N90P75K45	6,14	7,14	7,41	5,51
	N120P100K60	6,44	7,49	7,59	5,94
	N150P125K75	6,23	7,21	7,58	5,90
	N180P150K90	6,17	7,11	7,57	5,86
Кримське 15	без добрив	4,93	5,72	6,01	3,58
	N30P25K15	4,90	5,61	6,22	3,74
	N60P50K30	4,90	5,67	6,83	3,87
	N90P75K45	4,92	5,82	6,76	3,90
	N120P100K60	5,07	5,86	6,79	4,16
	N150P125K75	4,53	5,79	6,73	4,09
	N180P150K90	4,29	5,63	6,67	4,07
Кримбел	без добрив	2,4	3,40	2,55	1,58
	N30P25K15	2,30	3,55	2,57	1,80
	N60P50K30	2,46	3,58	2,58	1,82
	N90P75K45	2,58	3,67	2,66	1,94
	N120P100K60	2,74	3,69	2,71	2,03
	N150P125K75	2,78	3,72	3,16	2,15
	N180P150K90	2,78	3,70	3,05	2,02
Крупинка 10	без добрив	2,09	2,28	2,59	2,14
	N30P25K15	2,25	2,35	3,04	2,27
	N60P50K30	2,32	2,37	3,37	2,43
	N90P75K45	2,38	2,62	3,43	2,44
	N120P100K60	2,39	2,81	3,48	2,44
	N150P125K75	2,71	3,08	3,52	2,64
	N180P150K90	2,30	3,06	3,43	2,59

□ Кушіння-Вихід у трубку □ Вихід у трубку-Викидання волоті  
 □ Викидання волоті - молочно-воск □ Молочно-воскова - повна

Рис. 1. Чиста продуктивність фотосинтезу сорго залежно від видових і сортових особливостей, удобрення та фаз розвитку культури, г/м<sup>2</sup> на добу (середнє значення за 2007–2009 рр.)

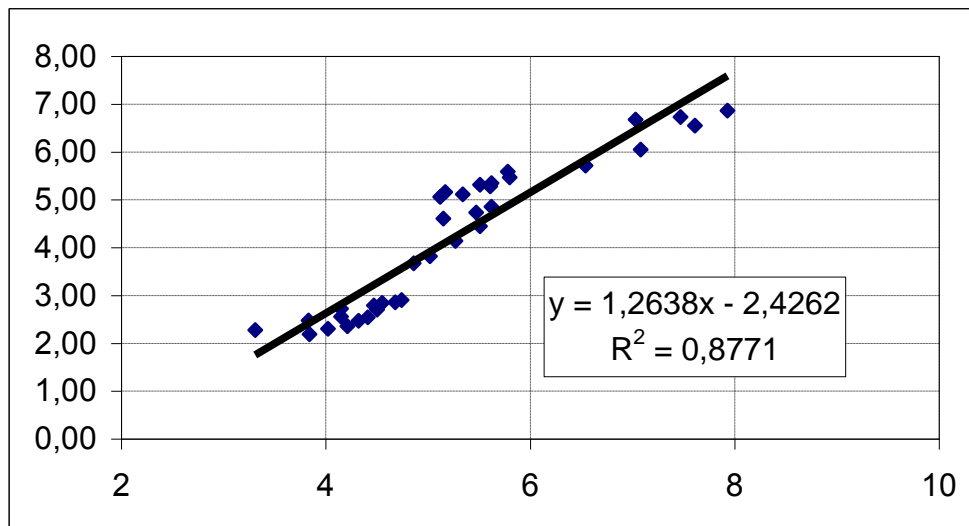


Рис. 2. Кореляційна залежність урожайності різних видів сорго з ЧПФ залежно від видових і сортових особливостей, удобрення та фаз розвитку культури, г/м<sup>2</sup> на добу (середнє значення за 2007–2009 рр.)

**Висновки.** Отже, найпродуктивнішою за фотосинтетичною активністю сорговою культурою серед досліджуваних є гібрид сорго цукрового Аграрний 5F. Динаміка його фотосинтетичної продуктивності повністю відповідає динаміці урожайності цієї культури. Найоптимальнішим етапом онтогенезу для фотосинтетичної діяльності рослин сорго є міжфазний період викидання волоті – молочно-воскова стиглість. Також нами встановлена пряма кореляційна залежність ЧПФ з урожайністю насіння соргових культур, яка описується рівнянням регресії  $y=1,2638x - 2,4262$  ( $R^2 = 0,88$ ).

### Список літератури

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Макаров Л.Х. Соргові культури : монографія / Л. Х. Макаров. – Херсон : Айлант, 2006. – 264 с.
3. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности / А. А. Ничипорович // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. – М. : Наука, 1972. – С. 12–16.
4. Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum / D. Zhao, K. Raja Reddy, Vijaya Gopal Kakani, V.R. Reddy // European Journal of Agronomy. – Vol. 22, № 4. – May. – 2005. – P. 391–403.
5. Muchow R. C. Nitrogen response of leaf photosynthesis and canopy radiation use efficiency in field-grown maize and sorghum / R. C. Muchow, T. R. Sinclair // Crop Science. – 1994. – Vol. 34, № 3. – P. 721–727.

*Показаны результаты исследований влияния фотосинтетической активности различных видов сорго на уровень урожайности семян.*

***Сорго сахарное, сорго зерновое, сориз, площадь листового аппарата, фотосинтетический потенциал (ФП), чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ).***

*In the article shows the results of studies of the impact of photosynthetic activity on seed yield different types of sorghum.*

***Sorghum saccharatum, Sorghum bicolor, Sorghum orizoidum, leaf photosynthesis, photosynthetic potential, photosynthetic productivity.***