

# ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА СОРТОВ ПШЕНИЦЫ

## INTENSITY OF PHOTOSYNTHESIS OF WHEAT VARIETIES

Ибрагимова И.Г. — доктор философии по биологии

Научно-исследовательский институт земледелия, совхоз № 2  
Азербайджан, г. Баку  
E-mail: ehtibar\_i@yahoo.com

I.G. Ibragimova — PhD in Biology

Azerbaijan Research Institute of Agriculture  
Baku, Azerbaijan  
E-mail: ehtibar\_i@yahoo.com

Исследования проведены на посевных участках Подсобного Опытного Хозяйства Азербайджанского Научно-Исследовательского Института Земледелия, расположенного на Апшеронском полуострове. В статье представлены результаты исследований динамики интенсивности фотосинтеза по ярусам листьев и по различным фазам развития (колошения, цветения, молочной и восковой спелости) у образцов пшеницы с различной архитектоникой, в основном из набора местных сортов, а также у образцов из числа интродуцированных — из CIMMYT и ICARDA. В результате исследований генотипов пшеницы было выявлено, что на посевной поверхности образцов с горизонтальным расположением листьев фотосинтетические активные лучи меньше проникают на посевную площадь, что приводит к снижению интенсивности фотосинтеза у листьев нижнего яруса. А листья верхних ярусов попадают под влияние вредных лучей солнца, которые уменьшают деятельность фотосинтеза, в результате чего снижается урожайность растений. У сортов с вертикальным расположением листьев фотосинтетические активные лучи относительно больше проникают на посевную площадь, а это способствует тому, что листья нижнего яруса долгое время остаются активными. У сорта Азаматли 95 с вертикальными листьями интенсивность фотосинтеза в течение вегетации оказалась выше, чем у других исследуемых сортов.

**Ключевые слова:** пшеница, фотосинтез, ассимиляция, транспирация, онтогенез зерновых, архитектура, урожайность, хлеб.

The research was conducted in Azerbaijan Research Institute of Agriculture. The article presents the results of the study on the intensity of photosynthesis depending on leaf location and different stages of development (heading, blooming stages, milky and wax ripeness) of wheat with different architectonics. Local varieties and introduced samples (CIMMYT and ICARDA) were taken for the test. The study showed that the crop area with the samples with leaves in horizontal position was less covered by photosynthetic rays, it led to the reduction of photosynthesis in lower leaves. At the same time, upper leaves were exposed to harmful rays, which caused yield decrease. Photosynthetic rays covered more crop area with the varieties with leaves in vertical position. Photosynthesis in Azamatly-95 with vertical leaves was more intensive than in the others.

**Keywords:** wheat, photosynthesis, assimilation, transpiration, ontogeny, architectonics, yield, bread.

Увеличение производства зерновых культур, в частности, пшеницы, и динамического прироста их урожайности является одним из важных вопросов в обеспечении растущей потребности населения страны хлебом и хлебными изделиями. Пшеница является важнейшей продовольственной культурой среди зерновых, содержащей питательные вещества, необходимые для организма человека. Как во многих странах, так и в нашей республике, хлеб является главным источником питания, и множество продуктов, изготавливаемых из пшеницы, занимают главное место в обеспечении населения продуктами в течение многих тысячелетий.

В результате проведенных исследований в направлении всестороннего изучения деятельности фотосинтеза пшеницы на молекулярном, клеточном, культурном и посевном уровне, в том числе, изучения роли отдельных органов растения в формировании высокого урожая и передачи определенных положительных признаков путем селекции следующему поколению, местный генофонд пшеницы был еще больше обогащен.

При получении высокого урожая наряду с другими факторами важную роль играет и расположение листьев на посевной площади. Визнер первым провел оценку, охарактеризовав связь урожайности с положением листьев на посевной поверхности [1].

Опираясь на архитектуру растений в математическом моделировании процессов урожайности, разные исследователи дали модель связи между урожайностью и положением листьев на посевной поверхности [2–5].

На посевной поверхности, где листья расположены в вертикальном направлении, фотосинтетические активные лучи (ФАЛ) еще больше проникают в нижние ярусы, в результате чего создаются благоприятные условия для более эффективного использования фотосинтетических

активных лучей на посевных поверхностях. Распределение ФАЛ на посевных поверхностях различных культур — пшеницы, просо, ячменя изучалось долгое время [6–9]. В Азербайджане огромный вклад в изучении фотосинтетической деятельности растений внес Дж. Алиев. В своем научном труде «Идеальная пшеница» он отметил, что вертикальное расположение листьев на посевной поверхности является важным элементом идеальной пшеницы. Автор подчеркнул, что в сортах пшеницы с вертикальным расположением листьев наряду с повышением производительности транспирации повышается и значение фотосинтеза. Сорта с вертикальным расположением листьев более рационально используют солнечные лучи [9].

Фотосинтез — один из главных физиологических процессов, влияющих на формирование общей урожайности растений.

Исследования были проведены на посевных участках Подсобного Опытного Хозяйства Азербайджанского Научно-Исследовательского Института Земледелия, расположенного на Апшеронском полуострове.

Интенсивность ассимиляции  $\text{CO}_2$ , который является основой процесса фотосинтеза и урожайности культур, был изучен многими исследователями [10–12].

Согласно литературным данным, 50%  $\text{CO}_2$  в пшенице усваивается листьями, остальные 50% — другими органами растения.

Ближе к концу вегетации этот показатель у листьев снижается до 30%, и оставшаяся доля переходит другим органам растения [13]. Для определения интенсивности фотосинтеза был использован инфракрасный газовый анализатор URAS-2T.

В процессе исследований была выявлена динамика интенсивности ( $\text{мг CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ ) фотосинтеза листьев в онтогенезе генотипов пшеницы с различной архитек-

тоники и результаты представлены в нижеследующей таблице.

### Результаты исследований

Как видно из таблицы, измерения были проведены на листьях VI, VII, VIII ярусов в фазах колошения, цветения, формирования зерна, молочной и восковой спелости. Изучение изменений интенсивности фотосинтеза в листьях различных ярусов показало, что максимальное значение этого показателя в листьях VI яруса во всех сортах наблюдается в фазе колошения и уменьшается в фазе цветения. Среди исследуемых сортов в фазе колошения максимальное значение этого показателя отмечено у сортов с вертикальными листьями: Азаматли 95 (12,2 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ ) и Тале 38 (12,1 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ ). Эти сорта сохранили свои преимущества также в фазах цветения, формирования зерна и молочной спелости. В других сортах с вертикальными листьями, то есть в сортах 2<sup>nd</sup> FAWWON № 97, отобранных из питомников международных селекционных центров, и в листьях VI яруса сортов Гырмызы гюль 1 позднего колошения этот показатель составлял соответственно 11,87 и 11,3 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ .

В сортах раннего колошения с горизонтальными листьями Гийметли 2/17 и 4<sup>th</sup> FEFWSN № 50, отобранных из питомников международных селекционных центров, этот показатель составлял 10,7 и 11,3 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ . В VI ярусе листьев исследуемых сортов, в фазе колошения и молочной спелости снижение интенсивности фотосинтеза происходит в интервале от 68,9 до 81,3%. Самое низкое значение интенсивности фотосинтеза между этими фазами в сортах Азаматли 95 и Тале 38, — соответственно составляет 68,9 и 74,4%. В листьях VI яруса по сравнению с другими ярусами листьев этот показатель был более низким, что связано с тем, что листья VI яруса завершают свою деятельность намного раньше. Значения интенсивности фотосинтеза в листьях VII и VIII яруса всех исследуемых сортов были близки друг другу, но в листьях VIII яруса этот показатель преобладал во всех фазах. Разница по этим показателям между листьями VII и VIII ярусов во всех сортах в фазе колошения составляет 2,50–9,90%, в фазе цветения — 8,80–12,8%, в фазе формирования зерна — 8,60–18,3%, молочной спелости — 3,6–19,43% и в фазе восковой спелости — 26,8–32,3%.

Большая разница между листьями VII и VIII ярусов к концу вегетационного периода, в фазе восковой спелости

связана с тем, что в этот период листья VII яруса частично желтеют.

В период вегетации интенсивность фотосинтеза листьев VII яруса сорта Азаматли 95 с вертикальными листьями, раннего колошения, по сравнению с другими сортами является более высоким. В других исследуемых сортах этот показатель в фазе колошения колеблется в интервале от 20,2 до 23,2 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ .

Оценка интенсивности фотосинтеза у всех сортов в фазе цветения была максимальной по сравнению с другими фазами, и самый высокий показатель принадлежал сорту Азаматли 95 — 24,6 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ , а также сорту Гийметли 2/17 с горизонтальными листьями и сортам 2<sup>nd</sup> FAWWON № 97 и Тале 38 с вертикальными листьями — 23,8 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ . Самый низкий показатель интенсивности фотосинтеза листьев VII яруса в фазе цветения проявлялся у образца 4<sup>th</sup> FEFWSN № 50 с горизонтальными листьями и составлял 20,8 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ , что по сравнению с сортом Азаматли 95 составляло ниже 15,5%.

Разница интенсивности фотосинтеза в исследуемых сортах в фазе колошения и цветения колебалась в интервале от 0,45 до 3,40%. Самый высокий показатель был в сорте Тале 38 с вертикальными листьями и составлял 3,4%. Этот показатель уменьшился во всех сортах в фазе формирования зерна. Это понижение происходило в интервале от 2,20 до 9,70%. Максимальное снижение было у сорта Гийметли 2/17 с горизонтальными листьями раннего колошения — 9,70%, а минимальное снижение у сорта Гырмызы гюль 1 с вертикальными листьями позднего колошения — 2,20%. Снижение интенсивности фотосинтеза у всех сортов происходит, начиная от фазы цветения, к концу вегетации и продолжается до фазы восковой спелости. Этот показатель постепенно снизился в фазе формирования зерна и молочной спелости и резко снизился в фазе восковой спелости. Так, разница значения интенсивности фотосинтеза в фазе молочной и восковой спелости в листьях VII яруса колебалась в интервале от 45,1 до 59,0%.

Интенсивность фотосинтеза в течение вегетации в листьях VIII яруса у сорта Азаматли 95 раннего колошения также была высокой, в фазе колошения она составляла 25,8 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ , в фазе цветения достигла максимума (28,1 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ ), к концу вегетации этот показатель снизился, и в фазе восковой спелости составлял всего 5,9 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ . Максимальное значение

Таблица.

Динамика интенсивности (мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ ) фотосинтеза листьев у генотипов пшеницы с различной архитектоникой

| Наименование сортов        | Листья | Фенофазы  |          |                    |                   |                   |
|----------------------------|--------|-----------|----------|--------------------|-------------------|-------------------|
|                            |        | колошение | цветение | формирование зерна | молочная спелость | восковая спелость |
| Гийметли 2/17              | 6      | 10,7      | 5,8      | 2,2                | 2,2               |                   |
|                            | 7      | 23,2      | 23,8     | 21,5               | 20,5              | 8,4               |
|                            | 8      | 25,3      | 27,2     | 26,3               | 22,0              | 12,0              |
| 2 <sup>nd</sup> FAWWON №97 | 6      | 11,8      | 6,2      | 3,8                | 2,3               |                   |
|                            | 7      | 23,2      | 23,8     | 21,8               | 21,2              | 9,4               |
|                            | 8      | 23,8      | 26,2     | 25,2               | 23,9              | 13,1              |
| Гырмызы гюль 1             | 6      | 11,3      | 7,0      | 4,2                | 2,8               |                   |
|                            | 7      | 22,3      | 22,4     | 21,9               | 18,5              | 9,0               |
|                            | 8      | 24,0      | 26,4     | 24,8               | 21,2              | 12,3              |
| Тале 38                    | 6      | 12,1      | 7,1      | 4,6                | 3,1               |                   |
|                            | 7      | 23,0      | 23,8     | 23,1               | 17,1              | 9,4               |
|                            | 8      | 25,3      | 27,3     | 26,8               | 21,2              | 13,4              |
| 4 <sup>th</sup> FEFWSN №50 | 6      | 9,6       | 5,8      | 3,7                | 2,1               |                   |
|                            | 7      | 20,2      | 20,8     | 20,3               | 17,3              | 8,2               |
|                            | 8      | 22,2      | 22,8     | 22,2               | 19,8              | 11,8              |
| Азаматли 95                | 6      | 12,2      | 7,4      | 4,7                | 3,8               |                   |
|                            | 7      | 24,2      | 24,6     | 23,2               | 21,4              | 9,6               |
|                            | 8      | 25,8      | 28,1     | 27,3               | 22,2              | 13,5              |

интенсивности фотосинтеза во всех исследуемых сортах в листьях VIII яруса, как и в листьях VII яруса, приходится на фазу цветения. Разница интенсивности фотосинтеза в фазе колошения и цветения у сорта Азаматли 95 составляет 8,19%, в других сортах с высокой интенсивностью фотосинтеза (Тале 38 — 27,3 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ , Гийметли 2/17 — 27,2 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ ) этот показатель составляет 7,30 и 7,00%. У других исследуемых сортов эта разница колеблется в интервале от 2,64 до 9,20%. В течение вегетации интенсивность фотосинтеза в листьях VIII яруса у образца 4<sup>th</sup> FEFWSN №50 с горизонтальными листьями по сравнению с другими исследуемыми сортами была низкой и в фазе колошения составляла 22,2 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ , в фазе цветения увеличилась на 2,64% и составила 22,8 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ , к концу вегетации в фазе восковой спелости снизилась до 11,8 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ .

Интенсивность фотосинтеза у всех исследуемых сортов в фазе формирования зерна по сравнению с фазой цветения менялась в интервале от 1,84 до 3,82%, в фазе молочной спелости по сравнению с фазой формирования зерна — в интервале от 5,16 до 20,9%, в фазе восковой спелости по сравнению с фазой молочной спелости — в

интервале от 36,8 до 45,5%. Интенсивность фотосинтеза у листьев VIII яруса в фазе восковой спелости у сортов с вертикальными листьями была высокой — 12,3–13,5 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ , а у сортов с горизонтальными листьями интервал составлял 11,8 и 12,0 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2\cdot\text{часов}$ .

В результате исследований генотипов пшеницы с различной архитектоникой было выявлено, что на посевной поверхности образцов с горизонтальным расположением листьев фотосинтетические активные лучи меньше проникают на посевную площадь, что приводит к снижению интенсивности фотосинтеза у листьев нижнего яруса. А листья верхних ярусов попадают под влияние вредных лучей солнца, которые уменьшают деятельность фотосинтеза, в результате чего снижается урожайность растений. У сортов с вертикальным расположением листьев фотосинтетические активные лучи относительно больше проникают на посевную площадь, а это способствует тому, что листья нижнего яруса долгое время остаются активными.

У сорта Азаматли 95 с вертикальными листьями интенсивность фотосинтеза в течение вегетации оказалась выше, чем у других исследуемых сортов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Wiesner J. Dep. Jichtgenuss der Pflanzen / J. Wiesner. Leipzig, 1907.
2. Kasanaga H. On the light transmission of leaves, and its meaning for the production of matter in plant communities. *Sap. J. Bot.*, 1954. Vol. 14. P. 304–324.
3. Monsi M., Saeki T., Über den Yichtfaktor in der Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion / M. Monsi, T. Saeki // *Sap. J. Bot.*, 1953. Vol. 14. P. 22–52.
4. Saeki T. Interrelationships between leaf amount, light, distribution and total photosynthesis in a plant community / T. Saeki // *Bot. Mag.*, 1960. Vol. 73. № 860, p. 53–63.
5. Saeki T. Distribution of radiant energy and  $\text{CO}_2$  in terrestrial communities / T. Saeki // In: *Photosynthesis and productibility in different environments*. IBP. Cambridge Univ. Press, 1997. Vol. 3. p. 297–322.
6. Тооминг Х. Ослабление интегральной радиации различными посевами кукурузы / Х. Тооминг, Ю.К. Росс // *Вопросы радиационного режима растительного покрова*. — Тарту: ИФА АН ЭССР, 1965. — С. 65–72.
7. Тооминг Х., Росс Ю.К. Радиационный режим посева кукурузы паярусом и описывающие его приближенные формулы, Иссл. по физике атмосферы: Тарту: Изд. ИФА АН ЭССР, 1965. — С. 65–72.
8. Абашина Е.Б. К вопросу о методике наблюдения и расчета ослабления и поглощения интегральной радиации посевами ячменя. / Е.Б. Абашина // *Труды ИЭМ*. Вып. 4. — 1968. — С. 86–90.
9. Алиев Дж.А. Идеальная пшеницы / Дж.А. Алиев // *Вест. с-х. науки*. — Баку. — 1982. — № 5. — С. 3–19.
10. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности. Теоретические основы фотосинтетической продуктивности / А.А. Ничипорович. — М.: Наука, 1972. — С. 511–527.
11. Алиев Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений / Д.А. Алиев. — Баку: Элм, 1974. — 335 с.
12. Charles-Edwards D.A. *Annals of Botany* / D.A. Charles-Edwards. — 1978. — P. 42, 717–731.
13. Кумаков В.А. Структура фотосинтетического потенциала различных сортов яровой пшеницы / В.А. Кумаков // *Сельскохозяйственная биология*.

## REFERENCES

1. Wiesner J. Dep. Jichtgenuss der Pflanzen. Leipzig, 1907.
2. Kasanaga H. On the light transmission of leaves, and its meaning for the production of matter in plant communities / H. Kasanaga, M. Monsi // *Sap. J. Bot.*, 1954. Vol. 14. P. 304–324.
3. Monsi M. Über den Yichtfaktor in der Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion / M. Monsi, T. Saeki // *Sap. J. Bot.*, 1953. Vol. 14. P. 22–52.
4. Saeki T. Interrelationships between leaf amount, light, distribution and total photosynthesis in a plant community / T. Saeki // *Bot. Mag.*, 1960. Vol. 73. № 860. P. 53–63.
5. Saeki T. Distribution of radiant energy and  $\text{CO}_2$  in terrestrial communities. / T. Saeki // *Photosynthesis and productibility in different environments*. IBP. Cambridge Univ. Press, 1997. Vol. 3. P. 297–322.
6. Tooming H. Weakening of integral radiation by various crops of maize / H. Tooming, Yu.K. Ross // *Problems of the radiation regime of vegetation cover*. Tartu. Ed. ELISA AN ESSR. 1965. P. 65–72.
7. Tooming H. The radiation mode of maize sowing with a tadpole and the approximate formulas describing it / H. Tooming, Yu.K. Ross // *Isl. on the physics of the atmosphere*. Tartu. Ed. IFA AN ESSR, 1965. P. 65–72.
8. Abashina E.B. On the method of observation and calculation of the attenuation and absorption of integral radiation by barley crops / E.B. Abashina // *Proceedings of the IEM*. Vol. 1968. P. 86–90.
9. Aliev J.A. The perfect wheat / J.A. Aliev // *News of agroclt. science*. Baku. 1982. № 5. P. 3–19.
10. Nichiporovich A.A. Photosynthetic activity of plants and ways to increase their productivity. Theoretical foundations of photosynthetic productivity / A.A. Nichiporovich. M.: Science. 1972. P. 511–527.
11. Aliev D.A. Photosynthetic activity, mineral nutrition and plant productivity / D.A. Aliev. Baku: Elm, 1974. 335 p.
12. Charles-Edwards D.A. *Annals of Botany* / D.A. Charles-Edwards. 1978. P. 42, 717–731.
13. Kumakov V.A. Structure of the photosynthetic potential of various varieties of spring wheat / V.A. Kumakov // *Agricultural Biology*.