

УДК 581.132.1:582.542.1

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ХЛОРОФИЛЛЬНОМУ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ЛИСТЬЕВ

Г.А. ПРЯДКИНА, Т.М. ШАДЧИНА

*Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины  
03022 Киев, ул. Васильковская, 31/17*

Исследовали корреляционные связи между зерновой продуктивностью и хлорофилльным фотосинтетическим потенциалом листьев у растений 5 генотипов озимой пшеницы в контрастные по погодным условиям годы и в целом за весь трехлетний период исследований. Корреляционные отношения между хлорофилльным фотосинтетическим потенциалом листьев и урожаем зерна в отдельные годы исследований ( $\eta_{2006} = 0,99 \pm 0,07$ ,  $\eta_{2007} = 0,92 \pm 0,22$ ,  $\eta_{2008} = 0,99 \pm 0,05$ ) были выше, чем в общем за три года ( $\eta_{2006-2008} = 0,87 \pm 0,14$ ). Это связано с различиями, вносимыми погодными условиями в характер взаимосвязи этих параметров. Отклонения урожайности, определенные по уравнению регрессии, от фактических колебались в пределах 1—18 ц/га и в среднем составляли около 7 ц/га. Сделан вывод об удовлетворительной точности оценки зерновой продуктивности по уравнению регрессии на основе хлорофилльного фотосинтетического потенциала листьев, полученному по многолетним данным, и возможности его использования в годы, отличающиеся по погодным условиям.

*Ключевые слова:* *Triticum aestivum* L., хлорофилльный фотосинтетический потенциал листьев, зерновая продуктивность, прогнозирование.

В основе продукционного процесса лежит фотосинтез. И хотя связь фотосинтеза с продуктивностью не всегда однозначна [19], для зерновых колосовых культур имеется достаточно много данных, подтверждающих, что средний за период вегетации растений фотосинтез, листовые и хлорофилльные индексы, а также поверхностные и хлорофилльные фотосинтетические потенциалы находятся в тесной корреляционной связи с биологической продуктивностью и хозяйственно-ценным урожаем [1, 3, 4, 14, 16—18]. Согласно результатам исследований, для прогнозирования зерновой продуктивности наиболее надежным является хлорофилльный фотосинтетический потенциал [1, 2, 13]. Возможность измерения хлорофилльных показателей в посевах дистанционно позволяет прогнозировать урожайность зерновых в посевах на больших площадях в реальном масштабе времени [15].

Приводимые в литературе значения коэффициентов корреляции между урожаем зерна и показателями продукционного процесса в большинстве своем получены на растениях, выращенных при различных уровнях минерального питания в одинаковых погодных условиях [20]. Поскольку фотосинтез и продукционный процесс в значительной степени зависят от условий внешней среды [8, 10, 21], точность прогнозирования зерновой продуктивности по фотосинтетическим показателям в годы

с разными метеорологическими условиями будет определяться степенью изменчивости тесноты и характера связей между данными параметрами, вызванной условиями произрастания растений. Более высокие коэффициенты корреляции между хлорофилльными показателями злаковых растений и их продуктивностью, как правило, отмечают в благоприятные по погодным условиям годы [3, 4]. Однако эффективность прогнозирования урожайности по фотосинтетическим показателям в различающиеся по погодным условиям годы требует дальнейшего изучения.

Целью данной работы было исследование влияния погодных условий на фотосинтетические показатели и зерновую продуктивность озимой пшеницы и оценка эффективности прогнозирования урожайности разных ее сортов по регрессионным зависимостям, полученным в отличающиеся по погодным условиям годы.

### Методика

Исследования проведены на 5 генотипах мягкой озимой пшеницы в три контрастные по погодным условиям года (2006—2008). Сорты Фаворитка, Володарка и Смуглянка относятся к современным, высокоинтенсивного типа [9], гибридная линия УК-273В имеет признаки интенсивного генотипа, Мироновская 808 — полуинтенсивный сорт старой селекции [12]. В 2006 г. растения выращивали в полевых условиях (Киевская обл.), площадь делянок — 10 м<sup>2</sup>, в 2007 и 2008 гг. — в мелкоделяночных опытах на территории Института физиологии растений и генетики НАН Украины, площадь делянок — 3 м<sup>2</sup>. Опыты проводили в четырехкратной повторности. В 2007 г. на фоне высоких температур воздуха и малого количества осадков в середине мая (фаза колошения) был осуществлен один полив опытных делянок. Дозы минеральных удобрений составляли N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>.

Фенологические фазы развития растений определяли через каждые 2—3 сут согласно [6]. Зерновую продуктивность посевов вычисляли в четырех повторностях — по 5 главных побегов в каждой, выбранных из растений, срезанных на площади 1 м<sup>2</sup>, с последующим перерасчетом на 1 га. Зерновую продуктивность вариантов, использованных для проверки уравнения связи, в 2007 г. получали взвешиванием обмолоченных зерен с 4 участков отдела экспериментального мутагенеза площадью 10 м<sup>2</sup> каждый и пересчетом на массу сухого вещества и на 1 га, в 2008 г. — на производственных посевах озимой пшеницы по стандартной методике: на 20 главных побегах, выбранных из снопов, срезанных на площади 1 м<sup>2</sup>, в четырехкратной повторности. Источником погрешностей определения зерновой продуктивности была вариабельность массы сухого вещества зерна отдельных растений.

Площадь зеленых листьев определяли у 10 побегов каждого генотипа в двукратной повторности. Для установления содержания пигментов в листьях их среднюю пробу также формировали из 10 побегов. Содержание суммарного (*a* и *b*) хлорофилла (Хл) определяли экстракцией диметилсульфоксидом спектрофотометрическим методом [22]. Для характеристики мощности развития фотосинтетического аппарата посевов используют количество хлорофилла как в основном ассимилирующем органе — листьях [3], так и во всех надземных органах растения [14]. Расчеты хлорофилльного фотосинтетического потенциала (ХлФП) в нашей работе основаны на нахождении ежедневных показателей хлоро-

фильного индекса листьев. Эту величину определяли по графикам изменения количества хлорофилла в листьях за период цветение—молочно-восковая спелость зерна как площадь под кривой динамики хлорофильного индекса, ограниченную периодом от фазы цветения до фазы молочно-восковой спелости:

$$\text{ХлФП} = \int_{t=i}^k \text{ЛИ} \text{Хл} \, t,$$

где  $t = i$  — дата наступления фазы цветения,  $k$  — фазы молочно-восковой спелости зерна, сут; ЛИ — листовой индекс посева в отдельные фазы вегетации, рассчитанный как произведение площади зеленых листьев отдельного побега и числа побегов, произрастающих на 1 га [1, 14]; Хл — содержание хлорофилла в листьях, ц/га.

Все результаты обработаны статистически [7].

### Результаты и обсуждение

Жизненный цикл растений состоит из ряда периодов, характеризующихся качественными изменениями метаболизма, физиологических функций и органообразующих процессов. Так, на ранних этапах онтогенеза — в начале фазы выхода в трубку — формируются колосковые бугорки [6], что в последующем определяет количество колосков в колосе. Поэтому для исследования вариаций урожайности озимой пшеницы в разные годы мы проанализировали погодные условия в течение всего весенне-летнего периода развития растений, а не только репродуктивного периода, за который рассчитан ХлФП.

Все три года проведения эксперимента существенно отличались друг от друга по погодным условиям. Среднесуточная температура воздуха в 2006 г. длительное время — за период от фазы выхода в трубку до начала цветения — была на 10 % ниже средней многолетней [5] за календарное время, соответствующее этому периоду вегетации (рис. 1). К моменту наступления фазы цветения ее значения, наоборот, уже превышали норму на 4—6 град. 2007 г. резко отличался от других температурным фоном периода выход в трубку — молочная спелость зерна. Среднесуточная температура воздуха существенно (на 30—60 %) превышала средние многолетние значения. Температурный режим 2008 г. за исключением периода выход в трубку—колошение, когда температура составляла около 90 % нормы, был близким к среднестатистическому.

Количество осадков в 2006 г. за период выход в трубку—цветение было самым высоким (163—183 % нормы) за все 3 года исследований (табл. 1), а за период от цветения до восковой спелости зерна, наоборот, меньше среднего многолетнего на 70 %. 2007 г. характеризовался неболь-

ТАБЛИЦА 1. Ежемесячная сумма осадков (мм) в период весенне-летней вегетации озимой пшеницы в 2006—2008 гг.

Месяц	Сумма осадков, мм				Сумма осадков, % нормы		
	2006	2007	2008	Норма	2006	2007	2008
Апрель	66	22	76	47	140	47	162
Май	99	76	50	54	183	141	91
Июнь	119	98	64	73	163	134	88
Июль	25	139	54	78	32	178	69

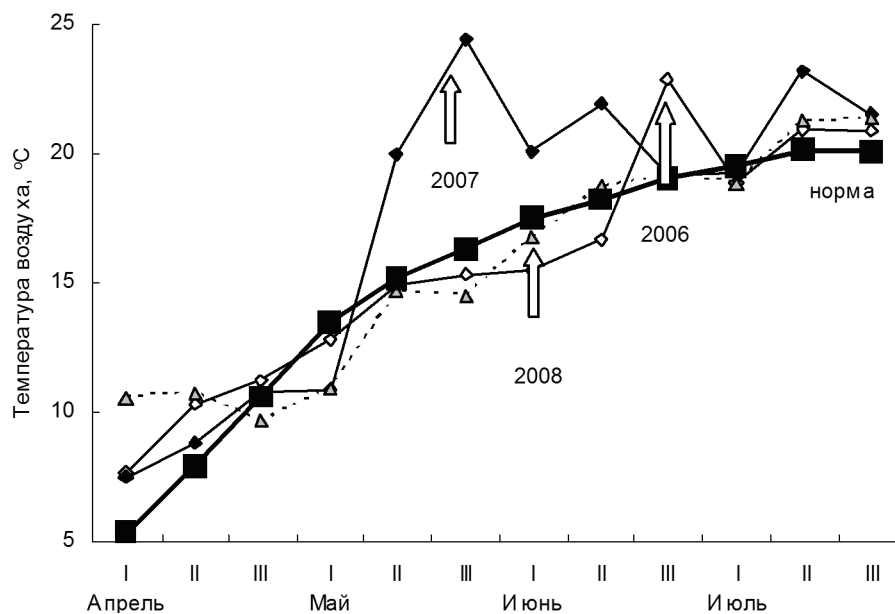


Рис. 1. Подекадная динамика изменения среднесуточной температуры воздуха (°C) в 2006—2008 гг. Стрелками указаны даты наступления фазы цветения озимой пшеницы

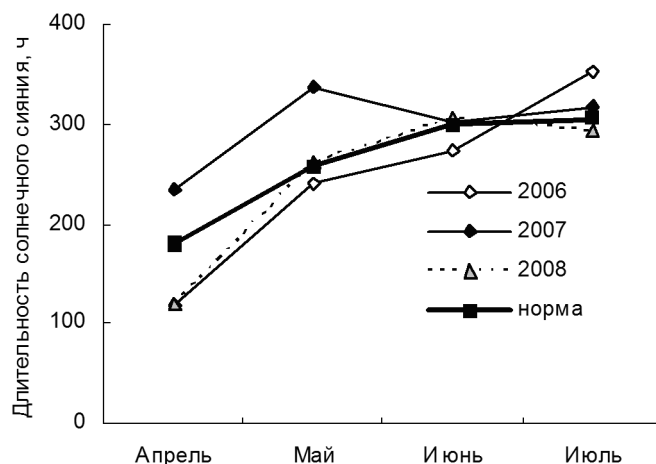


Рис. 2. Длительность солнечного сияния (ч/мес) в 2006—2008 гг.

шой суммой выпавших в апреле осадков (около 40 % нормы), однако их количество за период цветение—молочная спелость зерна превышало норму на 34—41 %. Количество осадков в 2008 г. превышало норму только в начале вегетации.

Число часов солнечного сияния в 2006 г. за период выход в трубку—цветение было меньше нормы и самым низким за 3 года исследований (рис. 2). 2007 г. отличался максимальным количеством часов солнечного сияния за период выход в трубку—цветение. В начале вегетации 2008 г. оно было на 5—10 % ниже среднего многолетнего, а позже — близким к норме.

Погодные условия во время роста и развития растений отразились на сроках их цветения (см. рис. 1, указано стрелками) и длительности

ТАБЛИЦА 2. Длительность периода цветения—молочно-восковая спелость зерна (сут) 5 генотипов озимой пшеницы в различные по погодным условиям годы

Генотип	Год		
	2006	2007	2008
Фаворитка	14	13	22
Володарка	15	14	24
Смуглянка	—	14	24
УК-273В	15	13	20
Мироновская 808	15	13	25

ТАБЛИЦА 3. Урожайность (ц/га) 5 генотипов озимой пшеницы в отдельные годы и средняя за 3 года

Год	Генотип									
	Фаворитка		Володарка		Смуглянка		УК-273В		Мироновская 808	
	ц/га	%*	ц/га	%*	ц/га	%*	ц/га	%*	ц/га	%*
2006	82,4	66	78,8	66	66,0	62	64,4	60	40,4	47
2007	104,1	84	100,8	84	85,0	77	82,3	80	60,5	71
2008	124,5	100	120,0	100	106,5	100	106,0	100	85,5	100
Среднее	103,7		99,9		84,9		85,1		62,1	

НСР<sub>0,5</sub> по годам = 6,3 ц/га; НСР<sub>0,5</sub> по генотипам = 8,1 ц/га

\*По отношению к урожайности 2008 г.

периода налива зерна (табл. 2). В 2007 г. цветение наступило на 5—7 сут раньше, чем в 2008 г. и на 20—25 сут раньше, чем в 2006 г. Период налива зерна был самым длительным для всех исследуемых генотипов в наиболее урожайном 2008 г. Величины урожая, которые каждый из 5 генотипов сформировал в погодных условиях конкретного года, приведены в табл. 3. Продуктивность двух сортов — Фаворитка и Володарка — в среднем за 3 года составила около 100 ц/га, сорта Смуглянка и гибридной линии УК-273В достигала 85 ц/га, сорта Мироновская 808 — 62 ц/га. Урожайность последнего сорта под влиянием погодных условий изменялась максимально — на 53 %, остальных генотипов несколько меньше, но тоже существенно — на 36—40 %.

В качестве показателя фотосинтетической деятельности посевов использовали хлорофилльный фотосинтетический потенциал листьев за период цветения—молочно-восковая спелость зерна, для которого показана наиболее тесная связь с зерновой продуктивностью [13].

Изменения листового хлорофилльного фотосинтетического потенциала посевов в отличающиеся по погодным условиям годы иллюстрирует рис. 3. ХлФП озимой пшеницы в 2006 и 2007 гг. отдельно взятых генотипов отличались несущественно, в то время как их составляющие в разные годы варьировали. Листовой индекс посевов каждого генотипа в 2007 г. в фазы цветения и молочно-восковой спелости зерна был выше, чем в 2006 г. (табл. 4), а содержание хлорофилла в листьях, наоборот, в 2007 г. было ниже из-за большого количества дней с высокими интенсивностью и длительностью солнечного сияния (см. табл. 2). При

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

ТАБЛИЦА 4. Изменчивость составляющих хлорофилльного фотосинтетического потенциала озимой пшеницы в период налива зерна в разные фазы и разные по погодным условиям годы

Генотип	Листовой индекс		Содержание хлорофилла в листьях, мг/дм <sup>2</sup>	
	2006	2007	2006	2007
Цветение				
Фаворитка	3,0 ± 0,1	3,5 ± 0,1	5,9 ± 0,1	3,8 ± 0,1
Володарка	3,4 ± 0,2	3,7 ± 0,3	5,9 ± 0,1	4,3 ± 0,2
Смуглянка	—	3,5 ± 0,1	—	3,6 ± 0,1
УК-273В	3,5 ± 0,4	3,6 ± 0,1	4,3 ± 0,1	3,6 ± 0,4
Мироновская 808	2,8 ± 0,4	3,1 ± 0,2	3,8 ± 0,1	3,0 ± 0,1
Молочная спелость				
Фаворитка	3,0 ± 0,1	3,3 ± 0,3	5,4 ± 0,1	3,9 ± 0,1
Володарка	3,2 ± 0,4	3,4 ± 0,2	4,7 ± 0,4	4,4 ± 0,4
Смуглянка	—	3,1 ± 0,1	—	3,2 ± 0,1
УК-273В	3,2 ± 0,2	3,4 ± 0,1	3,6 ± 0,1	3,6 ± 0,1
Мироновская 808	2,7 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,7 ± 0,1	3,0 ± 0,2
Молочно-восковая спелость				
Фаворитка	2,9 ± 0,4	3,0 ± 0,2	4,9 ± 0,4	3,5 ± 0,1
Володарка	2,9 ± 0,1	3,4 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,1 ± 0,1
Смуглянка	3,1 ± 0,1	3,2 ± 0,1	4,1 ± 0,1	3,0 ± 0,2
УК-273В	2,4 ± 0,1	3,2 ± 0,2	3,3 ± 0,1	3,5 ± 0,1
Мироновская 808	1,8 ± 0,1	2,4 ± 0,1	2,4 ± 0,1	2,1 ± 0,1

благоприятных условиях внешней среды, которые сложились в 2008 г., ЛИ посевов достигал оптимальных величин, концентрация хлорофилла была не ниже, чем в 2006 г., а длительность периода цветение—молочно-восковая спелость зерна — самой большой за три года исследований. Все это способствовало почти полторакратному по сравнению с предыдущими годами увеличению хлорофилльного фотосинтетического потенциала листьев (см. рис. 3). Урожайность зерна также была самой высокой по сравнению с двумя другими годами исследований (см. табл. 1).

Несмотря на существенные отличия погодных условий, в каждом году корреляционное отношение между хлорофилльным фотосинтетическим потенциалом листьев и урожаем зерна было достаточно высоким ( $\eta = 0,92-0,99$ ). Для общего массива данных за три года корреляционное отношение также оставалось высоким ( $\eta = 0,87 \pm 0,14$ ), хотя и несколько ниже, чем в отдельные годы. Его снижение, несмотря на увеличение объема выборки, в данном случае свидетельствует об отличиях характера функциональных зависимостей между рассматриваемыми параметрами в растениях в разные годы. Действительно, линии трендов для зависимостей между зерновой продуктивностью и хлорофилльным фотосинтетическим потенциалом за 2006—2008 гг. отличаются (рис. 4). Так, для весенне-летнего периода 2007 г., характеризующегося повышенной температурой и большим количеством часов солнечного сияния, хлорофилльным потенциалам соответствовали более высокие значения уро-

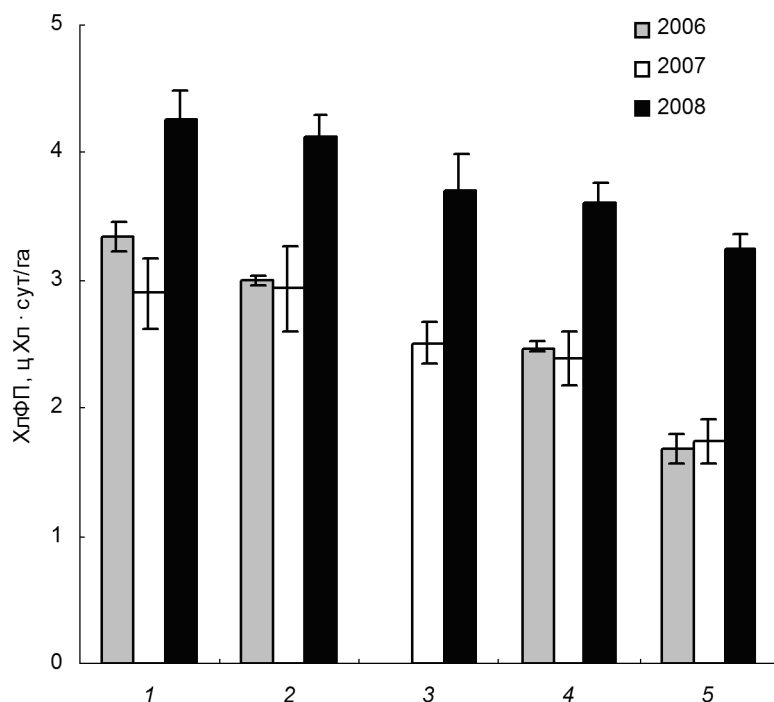


Рис. 3. Хлорофилльный фотосинтетический потенциал листьев (ц Хл·сут/га) за период цветение—молочно-восковая спелость зерна 5 генотипов озимой пшеницы в разные по погодным условиям годы:

1 — Фаворитка; 2 — Володарка; 3 — Смуглянка; 4 — УК-273В; 5 — Мироновская 808

жая, чем в 2006 г., что свидетельствует о большей эффективности продукционного процесса в 2007 г. Эффективность реализации фотосинтетического потенциала в 2006 г. была самой низкой, особенно в посевах с высокими значениями хлорофилльных потенциалов. В 2008 г. максимальный урожай достигнут как за счет развития мощного хлорофилльного фотосинтетического потенциала, так и высокой эффективности продукционного процесса. Таким образом, различия функциональных

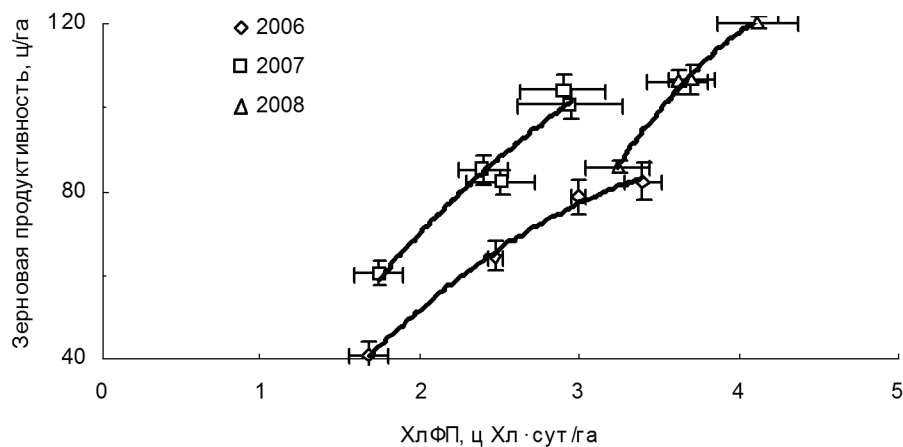


Рис. 4. Зависимость зерновой продуктивности (ц/га) генотипов озимой пшеницы от хлорофилльного фотосинтетического потенциала листьев (ц Хл·сут/га) за период цветение—молочно-восковая спелость зерна в разные по погодным условиям годы

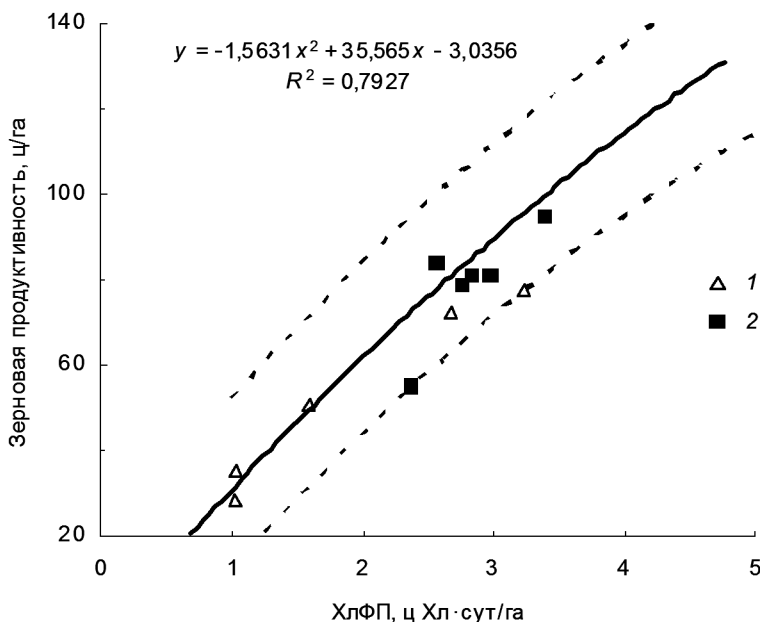


Рис. 5. Проверка точности оценки зерновой продуктивности (ц/га) озимой пшеницы в трехлетнем эксперименте. Данные, используемые для проверки на опытных делянках в 2007 г. (1) и на полях производственных посевов в 2008 г. (2):

сплошная линия — линия регрессии, полученная по экспериментальным данным; штриховыми линиями обозначен 95 %-й доверительный интервал истинной зоны регрессии

зависимостей между зерновой продуктивностью и хлорофилльным фотосинтетическим потенциалом в разные годы уменьшили, но не разрушили положительную связь между данными параметрами за три года исследований. Подобные результаты получены и другими авторами [11].

Учитывая сохранение довольно тесной связи между зерновой продуктивностью и хлорофилльным фотосинтетическим потенциалом в контрастные по погодным условиям годы, мы вывели уравнение регрессии, описывающее функциональную связь между ними:

$$Y_3 = -1,56 (\text{ХлФП})^2 + 35,56 \text{ХлФП} - 3,04,$$

где  $Y_3$  — зерновая продуктивность, ц/га; ХлФП — хлорофилльный потенциал листьев за период цветение—молочно-восковая спелость зерна, ц Хл·сут/га.

При 95 %-м уровне значимости погрешность этого уравнения регрессии составила 23,7 ц/га, а в отдельные годы колебалась от 3 до 15,2 ц/га. Таким образом, изменения характера функциональных связей между зерновой продуктивностью и хлорофилльным фотосинтетическим потенциалом в зависимости от погодных условий каждого года обусловили увеличение погрешности уравнения регрессии.

С целью проверки этого предположения по полученному уравнению регрессии оценен урожай зерна по хлорофилльному фотосинтетическому потенциалу листьев 13 генотипов озимой пшеницы, выращенных на опытных (2007) и производственных (2008) полях Опытного сельскохозяйственного производства Института, которые не были задействованы при расчете уравнения регрессии. Попадание независимых данных в 95 %-й доверительный интервал (рис. 5) теоретической зависимости свидетельствует о точности оценки, соответствующей точности



метода с использованием данного алгоритма (уравнения регрессии). Погрешности определения по нему продуктивности колебались от 1 до 18 ц/га (табл. 5). Такая точность свидетельствует о пригодности уравнения для расчета урожая озимой пшеницы в отличающиеся по погодным условиям 2007 и 2008 гг. благодаря учету особенностей характера связей между параметрами в разные годы. Можно предположить, что погрешности прогнозирования зерновой продуктивности по хлорофилльному параметру будут возрастать в годы с нетипичными погодными условиями за период вегетации от молочно-восковой до полной спелости зерна, поскольку этот период не учитывается в предлагаемом уравнении регрессии.

Точность прогноза зависит от сроков, на которые опираются его показатели. Понятно, что чем на более ранней фазе вегетации он осуществлен, тем менее точен. Мы попытались найти компромисс между точностью и сроками прогноза. В нашей почвенно-климатической зоне интервал времени между фазами молочно-восковой и полной спелости зерна пшеницы в зависимости от погодных условий периода налива зерна колеблется от 12 до 20 сут, т.е. прогноз по предложенному показателю за 2—3 недели до начала уборки позволяет оценить ожидаемый урожай. Эта информация ценная для решения таких важных практических вопросов, как осуществление организационных мер по уборке урожая, формирование цен на зерно и т.п.

Подводя итоги, можно сделать следующие выводы. Подтверждена информативность хлорофилльных фотосинтетических потенциалов посевов озимой пшеницы за период цветение—молочно-восковая спелость зерна по отношению к ожидаемой зерновой продуктивности. Уравнение регрессии, рассчитанное по многолетним данным, можно применять для

ТАБЛИЦА 5. Оценка точности прогнозирования урожая озимой пшеницы по хлорофилльному фотосинтетическому потенциалу листьев

Генотип	ХлФП, ц Хл-сут/га	Урожай, ц/га		Разница между фактическим и вычисленным урожаем, ц/га
		фактический	вычисленный	
2007				
Мироновская 808	2,38	55,0	72,8	-17,8
УК-273В	2,56	83,7	77,8	5,9
Переяславка	2,76	79,0	83,2	-4,2
Альбатрос одесский	2,84	80,8	85,4	-4,6
Смуглянка	2,97	80,8	88,8	-8,0
Володарка	3,15	96,3	93,5	2,8
Колумбия	3,39	94,1	82,6	11,5
Фаворитка	3,43	93,0	100,5	-7,5
2008				
Новокиевская	1,02	28,5	31,6	3,1
Подольянка	1,04	34,9	32,2	2,7
Золотоколосая	1,60	50,8	49,9	0,9
Смуглянка	2,68	72,3	80,5	-8,2
Фаворитка	3,23	77,4	95,5	-18,1

прогнозирования зерновой продуктивности в годы с разными метеорологическими условиями.

Авторы выражают искреннюю благодарность академику НАН Украины В.В. Моргуну за предоставленную возможность проведения исследований на опытных делянках отдела экспериментального мутагенеза и полях производственных посевов Опытного сельскохозяйственного производства Института.

1. Андрианова Ю.Е., Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений. — М.: Наука, 2000. — 135 с.
2. Андрианова Ю.Е. Хлорофилльные индексы и хлорофилльные фотосинтетические потенциалы — критерии оценки потенциальной продуктивности сельскохозяйственных растений: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Москва, 1998. — 50 с.
3. Дерендовская А., Жосан С. Хлорофилльные показатели и их связь с продуктивностью растений озимого ячменя // *Stiinta agricola*. — 2008. — 1. — С. 4—6.
4. Дуденко Н.В., Андрианова Ю.Е., Максютова Н.Н. Формирование хлорофилльного фотосинтетического потенциала пшеницы в сухой и влажный годы // *Физиология растений*. — 2002. — 49, № 5. — С. 684—687.
5. *Клімат Києва* / Під ред. В.М. Волощука, Н.Ф. Токар. — К.: Держгідромет України, 1995. — 80 с.
6. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. — М.: Высш. шк., 1977. — 288 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
8. Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. — М.: Наука, 1981. — 196 с.
9. Моргун В.В., Санін Є.В., Швартау В.В. та ін. Клуб 100 центнерів. — К.: Логос, 2008. — 87 с.
10. Моргун В.В., Швартау В.В., Кірізій Д.А. Фізіологічні основи отримання високих урожаїв озимої пшениці // *Физиология и биохимия культ. растений*. — 2008. — 40, № 6. — С. 463—479.
11. Петрова Л.Н., Гудиев О.Ю. К оценке сортовых особенностей механизма формирования урожайности зерна у озимой пшеницы // *Науч. электрон. журн. Куб. аграр. ун-та*. — 2006. — № 4(20). — С. 1—4.
12. Пруцкова М.Г. Руководство по апробации сельхозкультур. — М.: Колос, 1976. — 376 с.
13. Прядкина Г.А., Шадчина Т.М. Связь между показателями мощности развития фотосинтетического аппарата и зерновой продуктивностью озимой пшеницы в разные по погодным условиям годы // *Физиология и биохимия культ. растений*. — 2009. — 41, № 2. — С. 59—68.
14. Тарчевский И.А. Основы фотосинтеза. — Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1971. — С. 279—289.
15. Шадчина Т.М. Наукові основи дистанційного моніторингу стану посівів зернових. — К.: Укр. фітосоціоцентр, 2001. — 219 с.
16. Шадчина Т.М., Прядкіна Г.О., Моргун В.В. Зв'язок між характеристиками фотосинтетичного апарату та зерною продуктивністю у різних сортів озимої пшениці // *Досягнення і проблеми генетики, селекції і біотехнології*: Зб. наук. праць. — Т. 2. — К.: Логос, 2007. — С. 410—415.
17. Kutasy E., Csajbok J., Hunyadi B.E. Relations between yield and photosynthetic activity of winter wheat varieties // *Cereal Res. Communic.* — 2005. — 33, N 1. — P. 173—176.
18. Shadchina T.M., Dmitrieva V.V., Morgun V.V. Interrelation between nitrogen status of the plants, leaf chlorophyll and grain yield in various winter wheat cultivars // *Acta Agr. Hungar.* — 1998. — 46(1). — P. 25—34.
19. Sinclair T.R., Purcell L.C., Sneller C.H. Crop transformation and the challenge to increase yield potential // *Trends Plant Sci.* — 2004. — 9, N 2. — P. 70—75.
20. Singh S., Aggarwal P.K., Kumar S. Physiological analysis of growth and productivity in wheat cultivars // *Indian J. Plant Physiol.* — 2006. — 11, N 1. — P. 57—62.
21. Slafer G.A., Rawson H.M. Responses to photoperiod change with phenophase and temperature during wheat development // *Field Crops Res.* — 1996. — 46. — P. 1—13.
22. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution // *J. Plant Physiol.* — 1994. — 144, N 3. — P. 307—313.

Получено 02.06.2009

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ  
ЗА ХЛОРОФІЛЬНИМ ФОТОСИНТЕТИЧНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ЛИСТКІВ

*Г.О. Прядкіна, Т.М. Шадчина*

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України, Київ

Досліджували кореляційні зв'язки між зерною продуктивністю та хлорофільним фотосинтетичним потенціалом листків рослин 5 генотипів озимої пшениці в контрастні за погодними умовами роки та в цілому за весь трирічний період досліджень. Кореляційні відношення між хлорофільним фотосинтетичним потенціалом листків та урожаєм зерна в окремі роки досліджень ( $\eta_{2006} = 0,99 \pm 0,07$ ,  $\eta_{2007} = 0,92 \pm 0,22$ ,  $\eta_{2008} = 0,99 \pm 0,05$ ) були вищими, ніж за три роки загалом ( $\eta_{2006-2008} = 0,87 \pm 0,14$ ). Це пов'язано з відмінностями характеру взаємозв'язку цих параметрів, які вносили погодні умови. Відхилення урожайності, визначені за рівнянням регресії, від фактичних коливалися в межах 1–18 ц/га і в середньому становили близько 7 ц/га. Зроблено висновок про задовільну точність оцінювання зернової продуктивності на основі хлорофільного фотосинтетичного потенціалу листків із використанням рівняння регресії, отриманого за багаторічними даними, та можливістю його застосування в роки, що різняться за погодними умовами.

THE FORECASTING OF WINTER WHEAT GRAIN YIELD BY LEAF CHLOROPHYLL  
PHOTOSYNTHETIC POTENTIAL

*G.A. Pryadkina, T.M. Shadchina*

Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine  
31/17 Vasylykivska St., Kyiv, 03022, Ukraine

Correlative relations between grain yield and leaf chlorophyll photosynthetic potential in plants of 5 genotypes of winter wheat in three contrast on weather conditions years and for all three-year period also were investigated. Correlation relations between chlorophyll photosynthetic potential of leaves and grain yield in every year of investigations ( $\eta_{2006} = 0,99 \pm 0,07$ ,  $\eta_{2007} = 0,92 \pm 0,22$ ,  $\eta_{2008} = 0,99 \pm 0,05$ ) were higher than for whole three years ( $\eta_{2006-2008} = 0,87 \pm 0,14$ ). This has been explained by distinctions in a character of the interrelations caused by weather conditions. Deviations of grain yield values, calculated by means of the regress equation, from the actual ones there were changed within limit from 0,1 up to 1,8 t/ha in average near by 0,7 t/ha. It was concluded about satisfactory accuracy of grain yield prognosis based on leaf chlorophyll photosynthetic potential using the regress equations received on the many years data.

*Key words:* *Triticum aestivum* L., leaf chlorophyll photosynthetic potential, grain yield, prognosis.