

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 350 с.
6. Холодинский, В.В. Формирование урожайности зерна яровой тритикале в зависимости от сорта и приемов возделывания: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09./ В.В. Холодинский. – Жодино, 2011. – 18 с.
7. Хотылева, Л.В. Тритикале: Создание и перспективы использования / Л.В. Хотылева [и др.] / Минск: Наука и техника, 1986. – 215 с.
8. Шпаар, Д. Основы и принципы управления посевами зерновых / Д. Шпаар [и др.] // Ахова раслін. – 2002. – №5. – С. 17-20.

**EFFECT OF CULTIVATION TECHNOLOGY INTENSIFICATION LEVELS ON YIELD
AND PROTEIN CONTENT IN SPRING TRITICALE GRAIN**

F.I. Privalov, K.G. Shashko, V.V. Kholodinsky, V.N. Bezlyudny, A.A. Novichek

The results of three-year researches on yield formation and crude protein content in spring triticale (cv. Uzor) grain at two levels of cultivation technology intensification are presented in the article. It has been established that the spring triticale cultivation at the higher level of cultivation technology intensification provides significant grain yield increase of 0.53 t/ha not lowering the crude protein content.

УДК (581.132+575.21):633.11

**ЗАВИСИМОСТЬ ХЛОРОФИЛЛЬНОГО ИНДЕКСА ПОСЕВОВ
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ
УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ И ЕГО СВЯЗЬ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ**

**О.В. Зборовская, аспирант, Г.А. Прядкина, доктор биол. наук,
В.П. Оксем, кандидат биол. наук,
Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, г. Киев**

(Поступила 02.03.2016 г.)

Аннотация. Проведено сравнительное изучение влияния условий выращивания на хлорофилльный индекс посевов и его составляющие в репродуктивный период развития у высокопродуктивных сортов озимой пшеницы. Показано, что влияние условий выращивания на количество хлорофилла в листьях побегов с единицы площади посева существенно зависело от сорта. Установлено, что для формирования высокой зерновой продуктивности озимой пшеницы (80-100 ц/га) хлорофилльный индекс посевов в фазу цветения должен составлять 2-3 г хлорофилла/м² и не снижаться менее, чем до 0,7-1,5 в фазу молочно-восковой спелости зерна.

Необходимость увеличения производства продовольствия в наше время обусловлена целым рядом причин, главными из которых являются быстрый рост народонаселения на Земле и связанное с ним увеличение спроса на продовольствие. По оценкам экспертов ФАО, производство зерна пшеницы, являющегося основным источником пищи более чем 1,5 млрд. человек, имеет меньшие темпы роста, чем рост численности населения [1].

Анализ данных литературных источников свидетельствует о том, что урожайность современных сортов озимой пшеницы связана с показателями мощности развития фотосинтетического аппарата [2-5]. Основой для такого повышения является увеличение использования поглощенной фотосинтетическим аппаратом солнечной радиации [6-7]. В то же время, роль влияния условий внешней среды на показатели мощности развития фотосинтетического аппарата у сортов озимой пшеницы остается малоизученным. Актуальность таких исследований обусловлена как наблюдающимися изменениями климата, так и торможением ежегодного прироста урожайности злаков [8-9]. Целью данной работы было исследование изменения хлорофилльного индекса посевов в зависимости от условий выращивания для выявления признаков высокой продуктивности озимой пшеницы.

Материалы и методика исследований. Исследования с 5-ю сортами мягкой озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) проведены в полевых условиях (пгт. Глеваха Киевской области). Учетная площадь каждой из повторностей составляла 10 м². Изменение условий выращивания было вызвано разницей в сроках посева (в оптимальный срок и в поздний – с задержкой на одну неделю) и различным месторасположением участков на поле (на краю поля рядом с лесополосой и в центральной части поля). Фитометрические и фенологические определения проводили в течение периода от начала фазы выхода в трубку (GS 45) до молочно-восковой спелости (МВС) (GS 85) в 4-х повторностях по 5 побегов в каждой по общепринятым методикам [10-11]. Определение содержания хлорофиллов *a* и *b* в листьях осуществляли безмацерационным методом экстрагирования пигментов из флаговых и усредненной навески нижерасположенных листьев диметилсульфоксидом с последующим измерением оптической плотности полученных растворов на спектрофотометре СФ-26 (ЛОМО, Ленинград) [12]. Величину хлорофилльных индексов (ХлИ) листьев посевов рассчитывали, как произведение массы сырого вещества листьев, содержания хлорофилла в них и количества побегов на 1 м² почвы [13]. Этот показатель мощности развития фотосинтетического аппарата характеризует валовое количество хлорофилла в листьях растений на единице площади посева.

Результаты исследований. Изучаемые сорта озимой пшеницы отличаются сроком их выведения, скороспелостью и качеством зерна и характеризуются высоким генетическим потенциалом (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы [14]

Сорт	Год регистрации	Скороспелость	Тип по качеству зерна	Генетический потенциал урожайности, т/га
Ятрань 60	2001	Среднеранний	Сильная	10,82
Наталка	2010	Среднеранний	Экстра-сильная	10,17
Сотница	2013	Среднеранний	Сильная	11,00
Дарунок Подилля	2013	Среднепоздний	Сильная	10,95
Астарта	2014	Среднеспелый	Ценная	11,77

Для сравнения показателей пигментного аппарата исследуемых сортов было проанализировано изменение содержания хлорофилла и массы сухого вещества во флаговых листьях и усредненной пробе нижерасположенных в репродуктивный период развития растений.

В фазу цветения в обоих вариантах сорта незначительно отличались по содержанию хлорофилла во флаговых листьях (2,65-2,88 мг/г сырого вещества листа), за исключением сорта Наталка, у которого наблюдали наиболее низкие значения (таблица 2). Его содержание в усредненной пробе нижерасположенных листьев в варианте с поздним сроком сева варьировало сильнее, чем с оптимальным, соответственно – от 1,82 до 1,92 и от 1,33 до 1,88 мг/г сырого вещества листа.

Таблица 2 – Содержание хлорофилла, мг/г сырого вещества листа, во флаговых и нижерасположенных листьях сортов озимой мягкой пшеницы в фазу цветения и молочно-восковой спелости в посевах с разной датой высева

Сорт	Оптимальный срок сева		Поздний срок сева	
	флаговый лист	остальные	флаговый лист	остальные
Цветение				
Ятрань 60	2,82	1,92	2,62	1,57
Наталка	2,49	1,83	2,47	1,33
Сотница	2,79	1,84	2,65	1,41
Дарунок Подиля	2,88	1,85	2,75	1,88
Астарта	2,84	1,82	2,82	1,73
НСР ₀₅	0,09	0,05	0,07	0,06
Молочно-восковая спелость				
Ятрань 60	2,45	1,50	2,29	1,17
Наталка	2,30	1,31	2,17	1,02
Сотница	2,40	1,35	2,25	1,11
Дарунок Подиля	2,65	1,59	2,68	1,34
Астарта	2,55	1,60	2,56	1,23
НСР ₀₅	0,11	0,10	0,14	0,12

В фазу молочно-восковой спелости содержание хлорофилла, как во флаговых, так и нижерасположенных листьях сортов Дарунок Подиля, Астарта и Ятрань 60, было выше, чем у двух остальных (таблица 2). Максимальная разница по содержанию хлорофилла во флаговых листьях исследуемых сортов в вариантах с оптимальным сроком сева составляла 16% в фазу цветения и 15% в фазу МВС, с поздним, соответственно, 14% и 23%, а в нижерасположенных листьях – 6 и 22%, 41 и 31%.

Масса сухого вещества флаговых и нижерасположенных листьев также варьировала в зависимости, как от сорта, так и от условий выращивания (таблица 3). В варианте с оптимальным сроком сева максимальная разница между сортами во флаговых листьях составляла 49% в фазу цветения и 90% в фазу МВС, с поздним соответственно 102% и 306%, а в нижерасположенных листьях

Таблица 3 – Масса сухого вещества (г) флаговых и нижерасположенных листьев разных сортов озимой мягкой пшеницы в фазы цветения и молочно-восковой спелости в посевах с разной датой высева

Сорт	Оптимальный срок сева		Поздний срок сева	
	флаговый лист	остальные	флаговый лист	остальные
Цветение				
Ятрань 60	0,102	0,197	0,086	0,114
Наталка	0,088	0,161	0,065	0,117
Сотница	0,077	0,102	0,070	0,071
Дарунок Подиля	0,131	0,255	0,131	0,238
Астарта	0,130	0,222	0,113	0,205
НСР ₀₅	0,008	0,008	0,008	0,008
Молочно-восковая спелость				
Ятрань 60	0,082	0,088	0,053	0,033
Наталка	0,085	0,090	0,058	0,034
Сотница	0,052	0,043	0,034	0,024
Дарунок Подиля	0,156	0,117	0,138	0,089
Астарта	0,083	0,081	0,060	0,079
НСР ₀₅	0,005	0,005	0,005	0,004

– 58 и 172%, 235 и 231%. Такие существенные изменения массы сухого вещества были связаны с разной густотой: 700-800 продуктивных побегов на 1 м² в варианте с оптимальным сроком сева и 450-500 – с поздним. Существенное снижение плотности побегов в последнем варианте было обусловлено двумя основными причинами: большим вымерзанием растений, выросших из поздно высеянных семян (по данным Л.А. Хоменко), и неблагоприятными условиями, вызванными близким месторасположением лесополосы.

Наибольшей массой сухого вещества листьев побегов, произрастающих на 1 м², в фазу цветения в варианте с оптимальным сроком сева отличался сорт Дарунок Подиля (около 370 г/м²), у остальных 4-х сортов она была примерно одинаковой (200-230 г/м²) (рисунок 1). В фазу МВС ее значения у первого сорта продолжали оставаться самими высокими – 220 г/м², разница между остальными сортами становилась больше: от 134 г/м² у сорта Сотница до 85 г/м² у сорта Наталка. В варианте с поздним сроком сева ее величина у исследуемых сортов уменьшалась по сравнению с оптимальным сроком в фазу цветения в 1,5-2,4 раза, в фазу МВС – в 1,5-3,3 раза. Таким образом, разница между сортами по массе сухого вещества была выше, чем по содержанию хлорофилла. В связи с этим, закономерности изменений ХЛИ листьев имели такой же характер, как и массы сухого вещества (рисунок 2).

Наименьшим снижением ХЛИ посева, вызванным ухудшением условий выращивания, отличался сорт Астарта – в 1,5 раза в фазу цветения и в 1,9 – в фазу МВС, тогда как у остальных сортов в 1,8-2,7 и в 2,2-3,1 раза соответственно. Дисперсионный анализ влияния сортовых особенностей и условий выращивания показал, что наибольшее влияние на величину ХЛИ посевов оказали условия произрастания, влияние сорта и взаимодействия этих факторов также было существенным (таблица 3).

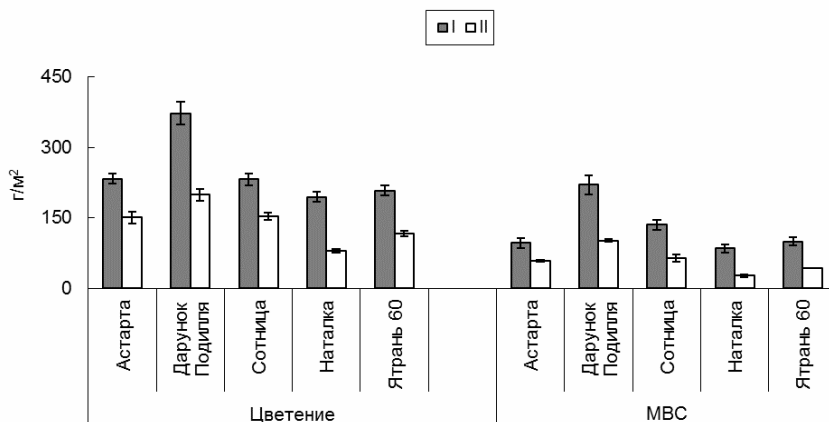


Рисунок 1 – Масса сухого вещества (г/м^2), листьев разных сортов озимой мягкой пшеницы с единичной площади почвы в фазы цветения и молочно-восковой спелости в посевах с разной датой высева

Примечание: здесь и на рисунке 2: I – оптимальная дата высева, II – поздняя

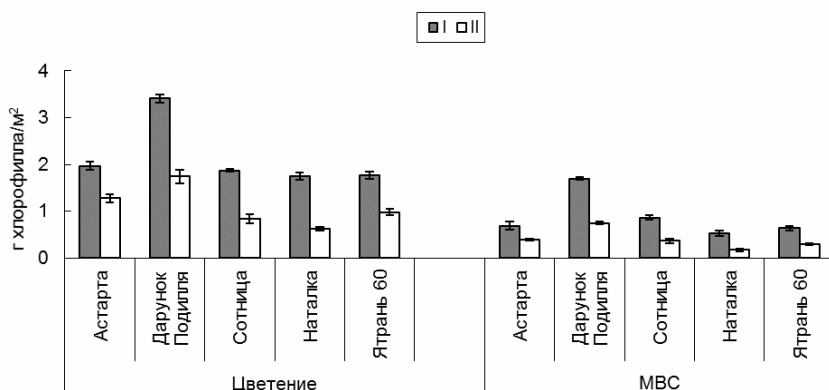


Рисунок 2 – Хлорофилльный индекс посевов, г хлорофилла/м^2 , разных сортов озимой мягкой пшеницы в фазы цветения и молочно-восковой спелости в посевах с разной датой высева

Условия выращивания также оказали большее влияние на величину урожая: их ухудшение привело к уменьшению зерновой продуктивности до 54-79%, в то время как максимальная разница по сортам колебалась в пределах 1-16% (таблица 4). Снижение урожайности сорта Астарта, как и ХЛИ листьев его посева, было меньшим (на 21% от его величины в варианте с оптимальным сроком сева), чем у остальных 4-х сортов (на 34-46%), что характеризует большую экологическую пластичность этого сорта.

Таблица 4 – Урожайность разных сортов озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания, т/га

Сорт	Срок высева				Урожайность сортов, % от оптимального срока сева
	Оптимальный		поздний		
	Урожай- ность, т/га	% от сорта- стандарта	Урожай- ность, т/га	% от сорта- стандарта	
Ятрань 60	9,80	100	6,50	100	66
Наталка	8,96	91	5,89	91	66
Сотница	10,10	103	6,19	95	61
Дарунок Подилля	11,07	113	5,99	92	54
Астарта	8,20	84	6,45	99	79

НСР₀₅: по сортам – 0,38, по условиям выращивания – 0,56 т/га.

О том, что увеличение площади ассимиляционной поверхности посевов способствует росту урожайности озимой пшеницы, свидетельствует тесная положительная корреляция между урожаем и ХлИ в обе исследуемые фазы: $R^2 = 0,65$ в фазу цветения и $R^2 = 0,60$ в фазу МВС (рисунок 3). Связано это с тем, что за счет большей площади фотосинтезирующей поверхности увеличивается количество поглощенной листьями ФАР.

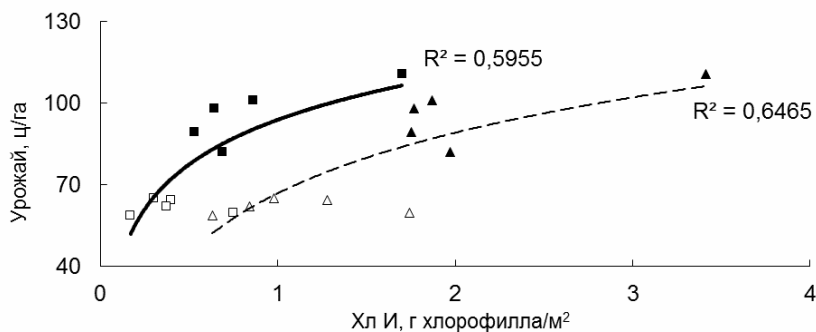


Рисунок 3 – Зависимость урожая, ц/га, от величин хлорофилльного индекса (г) хлорофилла/м², в фазы цветения (прерывистая линия) и молочно-восковой зрелости (сплошная) сортов озимой пшеницы, высеянных в оптимальный (темные значки) и поздний (светлые) сроки сева

Данные рисунка 3 позволяют сделать градацию ХлИ посевов и соответствующих им урожаев, которая может быть полезной для оценки состояния посевов и прогнозирования урожая. Так, урожай будет достигать 60 ц/га если ХлИ в фазу цветения будет варьировать в пределах 0,8-1,2 г хлорофилла/м², а в фазу МВС – 0,2-0,4. Зерновая продуктивность посевов, ХлИ листьев которых в фазу

цветения составляет 2-3 г хлорофилла/м² или сохраняется на уровне 0,7-1,5 в фазу МВС, может достигать 80-100 ц/га.

Таким образом, показана возможность ранжирования урожайности озимой пшеницы по величине ХлИ. Анализ изменения показателей мощности развития фотосинтетического аппарата посевов в репродуктивный период вегетации и урожайности озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания и сортовых особенностей позволил выделить наиболее пластичный сорт Астарта в группе исследуемых сортов.

Выводы

1. Ухудшение условия произрастания растений привело к уменьшению хлорофилльного индекса посевов исследуемых сортов озимой пшеницы в 1,5-3,1 раза.

2. Меньшее снижение хлорофилльного индекса (1,5-1,9 раза от его величины в варианте с оптимальным сроком посева), по сравнению с остальными 4-мя сортами (в 1,8-3,1) и урожайности (соответственно на 21% и на 34-46%) в неблагоприятных условиях выращивания свидетельствует о большей экологической пластичности сорта Астарта.

3. Высокая зерновая продуктивность озимой пшеницы (80-100 ц/га) может формироваться в посевах, хлорофилльный индекс которых составляет 2-3 г хлорофилла/м² в фазу цветения и не снижается меньше, чем до 0,7-1,5 – в фазу МВС.

Литература

1. FAOSTAT. – FAO statistical databases. Food and Agriculture Organization of United Nations. – Rome, Italy. – 2013. – <http://www.fao.org>.
2. Андрианова, Ю.Е. Хлорофилльные индексы и хлорофилльные фотосинтетические потенциалы – критерии оценки потенциальной продуктивности сельскохозяйственных растений: автореф. дис. докт. биол. наук: 03.00.12. / Ю.Е. Андрианова; Московская СХА им. К.А. Тимирязева – М., 1998. – 50 с.
3. Shearman, V.J. Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK / V. J. Shearman, R. Sylvester-Bradley, K. Scott, M.J. Foulkes // Crop Sci. – 2005. – 45. – P. 175–185.
4. Прядкина, Г.А. Связь между показателями мощности развития фотосинтетического аппарата и зерновой продуктивностью озимой пшеницы в разные по погодным условиям годы / Г.А. Прядкина, Т.М. Шадчина // Физиология и биохимия культурных растений. – 2009. – 41, №2. – С. 59 - 68.
5. Моргун, В.В. Эффективность фотосинтеза и перспективы повышения продуктивности озимой пшеницы / В.В. Моргун, Г.А. Прядкина // Физиология растений и генетика. – 2014. – 46, № 4. – С. 279-301.
6. Jiang, G.M. Changes in rates of photosynthesis accompanying the yield increase in wheat cultivars released in the past 50 years / G.M. Jiang, J.Z. Sun, Q.N. Lui et al. // Journal Plant. Research. – 2003. – 16, N 5. – P. 347-354.
7. Murchie, E.H. Agriculture and the new challenges for photosynthesis research / E.H. Murchie, M. Pinto, P. Horton // New Phytologist. – 2009. – 181. – P. 532-552.
8. Иванов, А.Л. Глобальное изменение климата и его влияние на сельское хозяйство России / А.Л. Иванов // Земледелие. – 2009. – №1. – С. 3-5.
9. Brisson, N. Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France / N. Brisson, Ph. Gate, D. Gouache et al. // Field Crop Research. – 2010. – 119. – P. 201-212.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта – М.: Колос, 1973. – 335 с.
11. Zadoks, J.C. A decimal code for the growth stages of cereals / J.C. Zadoks, T.T. Chang, F. Konzak // [Weed Research](#). – 1974. – 14, 6. – P.415-421.
12. Wellburn, A.P. The spectral determination of chlorophyll a and b, as well as carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution / A.P. Wellburn // *J. Plant. Physiol.* – 1994. – 144, №3. – P. 307-313.
13. Тарчевский, И.А. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы / И.А. Тарчевский, Ю.Е. Андрианова // *Физиология растений*. – 1980. – 27, №2. – С. 341-347 с.
14. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та системи живлення і захисту озимої пшениці. Видання VIII. – Київ, Логос, 2014. – 150 с.

DEPENDENCE OF CANOPY CHLOROPHYLL INDEX ON GROWING CONDITIONS AND ITS RELATIONSHIP WITH PRODUCTIVITY IN HIGH-YIELDING VARIETIES OF WINTER WHEAT

O.V. Sborovskaya, G.A. Priadkina, V.P. Oksem

A comparative study of the influence of growing conditions on canopy chlorophyll index and its components during the reproductive period of development in high-yielding varieties of winter wheat was conducted. It was shown that the influence of the growth conditions on the amount of chlorophyll in the leaves of shoots per unit of soil area depended significantly on the variety. It was established that the formation of high yield of winter wheat (8-10 t/ha) necessitate the chlorophyll index of canopy at the flowering stage to be about 2-3 g of chlorophyll/m² and not less than 0.7-1.5 – at the milk-wax stage.

УДК 633.11:«324».631.55:631.53.04

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ
МЯГКОЙ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ
ВЫРАЩИВАНИЯ**

В.В. Кириленко, А.Л. Дергачев, кандидаты с.-х. наук,

А.В. Гуменюк, Н.С. Дубовик

Мироновский институт пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН Украины
с. Центральное, Украина 08853, E-mail: mwheats@mail.ru

(Поступила 10.03.2016 г.)

Аннотация. Выявлен высокий потенциал продуктивности генотипов пшеницы мягкой озимой универсального типа: Лютесценс 37090 (МПП Дніпрянка, 9,96 т/га), Эритроспермум 36802 (Грація миронівська, 10,01 т/га) и Лютесценс 36921 (Трудівниця миронівська, 9,92 т/га) которые изучались по четырем предшественникам и разным срокам сева. Они переданы на Государственное сортоиспытание Украины. Новые сорта Горлиця миронівська и МПП Валенсія характеризуются ценными хозяйственными признаками, существенно превышают сорт-стандарт по урожайности. Установлено, что перспективные генотипы максимально приближаются к модели сорта как в целом, так и по каждому параметру продуктивности.