

УДК 631.5:633.11"324"

UDC 631.5:633.11"324"

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ АГРОТЕХНИКИ НА СОДЕРЖАНИЕ И СООТНОШЕНИЕ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ВЕГЕТАЦИИ

INFLUENCE OF AGROTECHNICAL FACTORS ON THE CONTENT AND THE RATIO OF PIGMENTS IN WINTER WHEAT LEAVES DURING THE DIFFERENT PERIODS OF VEGETATION

Федулов Юрий Петрович
д. б. н., профессор

Fedulov Yuri Petrovich
Dr. Sc. (Biol.), Prof.

Подушин Юрий Викторович
аспирант

Podushin Yuri Victorovich
post-graduate student

Урумян Вазген Размикович
студент

Urumayn Vazgen Razmikovich
student

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Показано влияние уровня плодородия почвы, нормы удобрений, системы защиты растений и способа основной обработки почвы на накопление и соотношение пигментов в листьях озимой пшеницы сорта Фортуна в течение весенне-летней вегетации

Influence of level of soil fertility, norm of systems of plant protection and a way of basic soil cultivation on accumulation and a ratio of pigments in leaves of winter wheat Fortuna during spring-and-summer vegetation is shown

Ключевые слова: ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, ФАКТОРЫ АГРОТЕХНИКИ, ХЛОРОФИЛЛ *a*, *b*, КАРОТИНОИДЫ

Keywords: WINTER WHEAT, FACTORS OF AGROTECHNICS, CHLOROPHYLL *a*, *b*, CAROTENOIDS

Пигменты – основная составляющая фотосинтетического аппарата, отвечающая за поглощение и преобразование солнечной энергии в энергию химических соединений. Поэтому от их количества и эффективности работы во многом зависит продуктивность растения.

На содержание пигментов и их организацию в листе оказывают значительное влияние различные факторы внешней среды, в том числе и агротехнические приёмы.

В связи с этим представляется важным изучение влияния агротехники на фотосинтетические пигменты, так как оптимальное сочетание агротехнических факторов позволит создавать больше запасов ассимилятов для формирования урожая.

Сочетания агротехнических условий, необходимые для достижения наибольшей эффективности приёмов выращивания на каждом этапе развития пшеницы, можно выявить только в математически спланированном

полевым эксперименте. В связи с этим в 2007-08 и в 2008-09 с.-х. гг. в стационарном многофакторном опыте на опытном поле Кубанского госагроуниверситета было проведено исследование комплексного влияния факторов агротехники на содержание пигментов в листьях.

Объектом исследования была озимая пшеница сорта Фортуна, выращиваемая по предшественнику сахарная свекла при различных комбинациях четырех основных агротехнических факторов: фактор А – плодородие почвы; В – норма удобрения; С – система защиты растений и D – система основной обработки почвы.

Кодирование вариантов проводилось по специальной символике, в которой в условных единицах обозначается первой цифрой уровень плодородия почвы, второй – норма удобрения, третьей – система защиты растений, четвертой – система основной обработки почвы.

Опыт был заложен по схеме, описанной в работе [1]. Он включал 48 вариантов, из которых было выбрано 18 базовых вариантов (000, 111, 222, 333 на фоне всех изучаемых способах основной обработки почвы и 200, 020, 220, 202, 022, 002 только на рекомендуемой обработке почвы).

Площадь делянки общая – 105 м², учетная – 34 м². Повторность опыта трехкратная, расположение делянок систематическое, в двух блоках.

Исследования проводились в период весенне-летней вегетации от фазы выхода в трубку до фазы молочной спелости. Для опытов растения срезали ниже второго междоузлия и ставили в сосуды с водой, чтобы предотвратить увядание при транспортировке в лабораторию, растения ставили в сосуды с водой. Для анализа содержания пигментов использовался верхний сформировавшийся лист растения. Определение содержания хлорофиллов *a*, *b* (Хл *a*, Хл *b*) и суммы каротиноидов проводили спектрофотометрически из одной спиртовой вытяжки с помощью спектрофотометра Spectrumlab SS2107 [2], содержание пигментов рассчитывали по формуле

Лихтенталера [3]. Выборка по каждому варианту составляла 21 растение, отобранное в посеве случайной выборкой.

По содержанию Хл b и отношению Хл a /Хл b , равному для светособирающего комплекса (ССК) 1,1-1,3, было рассчитано содержание Хл входящего в ССК, содержание Хл связанного с комплексами фотосистем I и II, а также их отношение [4].

Так как на большинство физиологических параметров значительное влияние оказывает взаимодействие факторов агротехники, то для анализа полученных данных была использована множественная нелинейная регрессия.

Кроме регрессионного анализа учитывающего факторы агротехники: (варианты 200, 020, 220, 202, 022, 002, 000, 222 на рекомендуемой обработке почвы), был проведён регрессионный анализ для базовых технологий возделывания культуры (Т), где градациями фактора мы определили интенсивность технологии: 000 – экстенсивная (Т₀); 111 – беспестицидная (Т₁); 222 – экологически допустимая (Т₂); 333 – интенсивная (Т₃).

Опыты показали, что содержание хлорофиллов в листьях озимой пшеницы на разных вариантах опыта достоверно различалось в течение всего периода исследования (табл. 1). Концентрация Хл b в листьях озимой пшеницы в большей степени изменялась под действием факторов агротехники, чем концентрация Хл a .

В течение весенне-летней вегетации в листьях озимой пшеницы наблюдались характерные изменения в содержании суммы хлорофиллов a и b (рис. 1).

Таблица 1 – Максимальное и минимальное содержание фотосинтетических пигментов в листьях пшеницы сорта Фортуна в ходе весенне-летней вегетации

		Код варианта	Содержание фотосинтетических пигментов, мг/дм ²			
			Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Сумма каротиноидов	
Дата проведения измерений	2008 г.	16.04	0222	2,34 ± 0,03	0,89 ± 0,02	0,55 ± 0,01
			2223	4,28 ± 0,05	1,23 ± 0,02	0,95 ± 0,03
		23.04	0022	3,91 ± 0,65	1,71 ± 0,5	0,84 ± 0,3
			1113	7,25 ± 0,05	2,02 ± 0,01	1,58 ± 0,03
		14.05	0022	4,34 ± 0,05	1,01 ± 0,02	1,10 ± 0,01
			3333	6,60 ± 0,03	1,77 ± 0,01	1,42 ± 0,02
		27.05	0002	5,72 ± 0,05	1,53 ± 0,02	1,08 ± 0,01
			3333	7,29 ± 0,09	2,02 ± 0,04	1,31 ± 0,01
		10.06	0022	4,81 ± 0,01	1,23 ± 0,02	0,93 ± 0,01
	2223		6,97 ± 0,05	2,02 ± 0,03	1,25 ± 0,02	
	2009 г.	21.04	0022	2,41 ± 0,07	0,59 ± 0,02	0,63 ± 0,02
			3333	5,48 ± 0,13	1,38 ± 0,01	1,35 ± 0,04
		18.05	0022	4,06 ± 0,11	0,98 ± 0,03	0,95 ± 0,02
			3331	6,14 ± 0,11	1,53 ± 0,02	1,39 ± 0,03
		28.05	0002	4,20 ± 0,11	1,00 ± 0,02	0,96 ± 0,02
			3331	6,93 ± 0,59	1,51 ± 0,08	1,52 ± 0,14
		9.06	0003	3,58 ± 0,11	0,95 ± 0,05	0,69 ± 0,01
			3331	6,33 ± 0,17	1,99 ± 0,09	1,09 ± 0,03
18.06		1111	1,50 ± 0,19	0,42 ± 0,05	0,40 ± 0,03	
	3333	4,93 ± 0,19	1,5 ± 0,07	0,97 ± 0,03		

В 2008 году в варианте 0002 (минеральное питание не вносилось, плодородие почвы низкое) максимум содержания Хл был отмечен в фазу колошения (14.05), в остальных вариантах количество пигмента продолжало расти, и достигало максимума в фазу цветения (27.05).

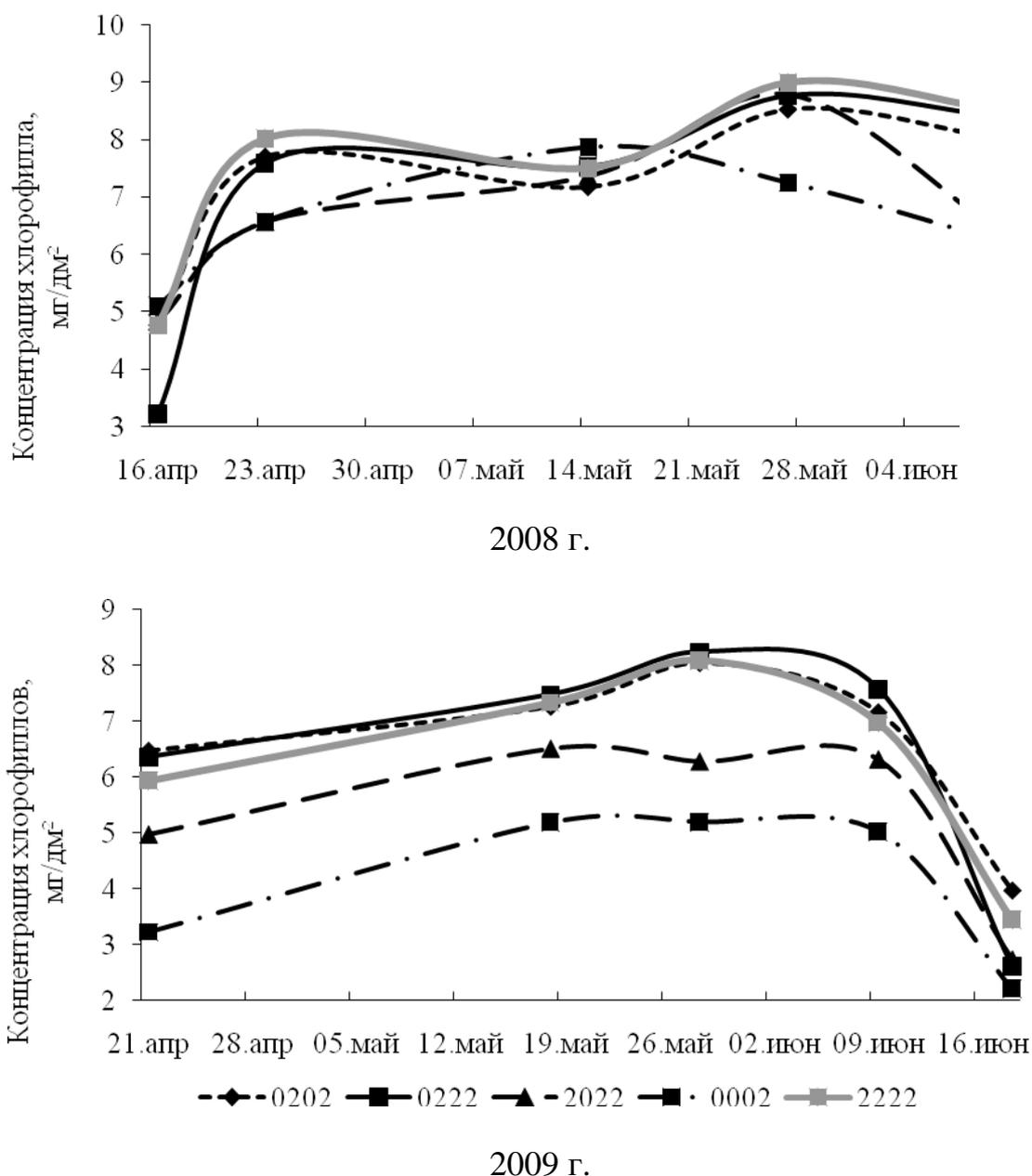


Рисунок 1 – Изменение содержания суммы хлорофиллов *a* и *b* в листьях озимой пшеницы сорта Фортуна в ходе весенне-летней вегетации

Концентрация зелёных пигментов в листьях в варианте с повышенным плодородием почвы (2022), но без внесения минеральных удобрений, к фазе молочной спелости снизилась значительно сильнее, чем в вариантах с минеральным питанием (0202, 0222, 2222).

Наличие двух пиков максимума содержания суммы Хл *a* и *b* в 2007-08 вегетационном году (рис. 1), по всей видимости, связано с особенностями развития пшеницы и проведения измерений. Стеблевые листья пшеницы в фазу трубкования выходят по очереди, поэтому вначале брался лист от одного междоузлия, потом другого и только в конце фазы трубкования использовался – флаговый лист, с которым и работали до конца. Содержание зелёных пигментов в листьях, по мере их развития, возрастало, что и наблюдается на рисунке 1.

Таблица 2 – Средние по опыту значения суммы хлорофиллов и каротиноидов

	Дата проведения измерений									
	2008 г.					2009 г.				
	16.апр	23.апр	14.май	27.май	10.июн	21.апр	18.май	28.май	09.июн	18.июн
Сумма хлорофиллов, мг/дм ²	4,42	7,47	7,41	8,7	7,98	5,46	6,74	7,09	6,61	3,66
Сумма каротиноидов, мг/дм ²	0,8	1,39	1,37	1,24	1,15	1,06	1,2	1,16	0,93	0,62

В 2009 г. максимальное содержание зелёных пигментов в листьях озимой пшеницы сорта Фортуна было ниже, чем в 2008 (табл. 2). В течение всех исследованных фаз наблюдалась чёткая зависимость содержания суммы Хл *a* и *b* в листе от количества доступных элементов питания в почве (рис. 1).

При сопоставлении динамики содержания зелёных и жёлтых пигментов в листьях в течение весенне-летней вегетации видно, что максимальная концентрация каротиноидов приходилась на более ранние фазы развития, чем концентрация суммы Хл *a* и *b*. Такая тенденция наблюдалась как в 2007-08, так и в 2008-09 году (рис. 1 и 2). Эта же закономерность

прослеживается и по средним значения опыта суммы Хл и каротиноидов, где максимальное содержание Хл в листьях в 2008 г. наблюдалось в фазу цветения, каротиноидов в конце фазы трубкования, а в 2009 г. в фазу цветения и фазу колошения соответственно (табл. 2).

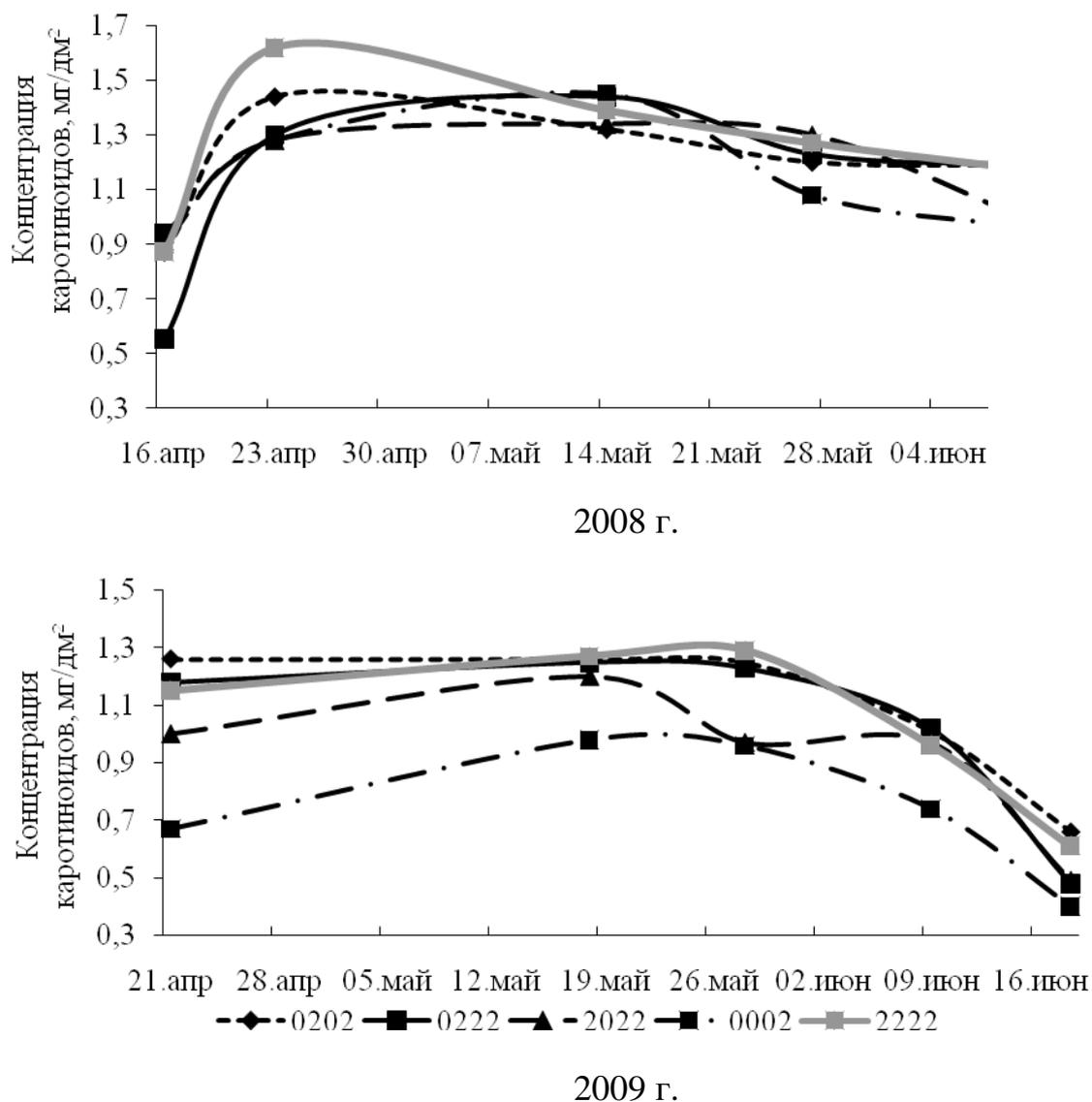


Рисунок 2 – Изменение содержания суммы каротиноидов в листьях озимой пшеницы сорта Фортуна в ходе весенне-летней вегетации

Количество каротиноидов зависело от агротехники, также как и сумма Хл *a* и *b*.

Коэффициенты детерминации (R^2) уравнений регрессии варьировали, что говорит об изменении степени влияния агротехнических факторов

на содержание пигментов в листьях в течение их роста и развития. В целом R^2 в течение весенне-летней вегетации был высоким (табл. 3, 4).

Опыты 2008-2009 гг. показали, что повышение уровня плодородия почвы (А) и минерального питания (В) оказывали в основном положительное влияние на концентрацию сумм Хл *a* и *b* в листьях (табл. 3).

Таблица 3 – Параметры уравнений регрессии, связывающих содержание суммы хлорофиллов *a* и *b* в листьях озимой пшеницы сорта Фортуна и уровни агротехнических факторов на рекомендуемой обработке почвы

			Обозначение коэффициентов регрессии						R^2
			А	В	С	АВ	АС	ВС	
Даты проведения измерений	2008 г.	16.04	-0,2*	-0,22*	-0,94*	-0,05	0,51*	0,11*	0,90*
		23.04	0,88*	0,58*	-0,46*	-0,11	-0,21	0,19	0,80*
		14.05	0,06	0,04	-0,88*	-0,12	0,28*	0,33*	0,66*
		27.05	0,92*	0,56*	-0,01	-0,37*	-0,07	0,11*	0,93*
		10.06	0,78*	0,64*	-0,34*	-0,3*	-0,19*	0,39*	0,91*
	2009 г.	21.04	0,94*	1,74*	0,002	-0,48*	-0,03	-0,09	0,95*
		18.05	0,82*	1,08*	-0,04	-0,37*	-0,06	0,06	0,94*
		28.05	0,96*	1,2*	-0,12	-0,47*	-0,15	0,21*	0,89*
		9.06	0,68*	1,18*	0,02	-0,39*	-0,03	0,03	0,89*
		18.06	-	-	-	-	-	-	0,41

Примечание: * – коэффициенты достоверны на 5-% уровне значимости; - – расчёты коэффициентов не проводились из-за недостоверного уровня корреляции.

В 2008 г. уровень плодородия почвы (А) на содержание пигментов в листьях влиял сильнее, чем уровень минерального питания (В). В 2009 г., наоборот, в течение весенне-летней вегетации степень влияния фактора В на количество Хл в листьях была выше.

Коэффициент взаимодействия уровня плодородия почвы и внесения минеральных удобрений, во все периоды наблюдения имел знак минус, а

влияние факторов А и В по отдельности было положительным. Это означает, что при повышенных уровнях плодородия дополнительное внесение минерального удобрения оказывало существенно меньшее влияние на содержание Хл *a* и *b*, чем те же дозы при низких уровнях плодородия.

Таблица 4 – Параметры квадратичных уравнений регрессии, связывающих содержание суммы хлорофиллов *a* и *b* в листьях озимой пшеницы сорта Фортуна и интенсивность технологии

			Обозначение коэффициентов регрессии					R ²
			TD	D ²	T ²	D	T	
Даты проведения измерений	2008 г.	16.04	-0,35*	0,18	-0,09	-0,04	0,86*	0,39*
		23.04	-0,26*	0,13	-0,55*	0,59	2,32*	0,66*
		14.05	-0,19*	0,003	-0,03	0,69	0,59*	0,57*
		27.05	-0,12*	0,37*	-0,31*	-1,14*	1,57*	0,83*
		10.06	-0,06	0,36*	-0,33*	-1,31*	1,64*	0,83*
	2009 г.	21.04	-0,13	0,21	-0,35*	-0,11	2,2*	0,86*
		18.05	-0,04	-0,02	-0,26*	0,29	1,64*	0,86*
		28.05	-0,12	0,01	-0,28*	0,31	1,96*	0,77*
		9.06	0,01	0,20	-0,15	-0,85	1,44*	0,84*
		18.06	-0,04	0,45	0,47*	-1,49	-0,10	0,86*

Применение гербицидов (С) в 2008 г. снижало общее содержание зелёных пигментов в листьях озимой пшеницы, а в 2009 г. достоверного независимого влияния фактора С на сумму Хл *a* и *b* не выявлено.

В течение весенне-летней вегетации взаимодействие АС и ВС на содержание зелёных пигментов по фазам развития различалось.

Взаимодействие ВС показывает, что в вариантах с внесением минерального питания отрицательное влияние гербицидов на сумму Хл *a* и *b* проявлялось слабее. В фазы цветения и молочной спелости применение гербицидов в варианте с внесением удобрений положительно сказывалось на концентрации зелёных пигментов в листьях (величина ВС больше по модулю, чем С).

Повышенное плодородие почвы (А) в фазу колошения в меньшей степени снимало отрицательное влияние гербицидов на содержание Хл, чем минеральное питание, а в другие фазы развития растений отрицательное влияние гербицидов даже усиливалось (АС имел знак минус).

Сравнение технологий показало, что независимое влияние способа обработки почвы в 2008 г. в фазы трубкавания и колошения оказывало слабое воздействие на сумму Хл a и b , переход на отвальный способ обработки почвы (D_3) в фазу цветения повышал содержание зелёных пигментов в листьях пшеницы. В фазу молочной спелости содержание Хл в листьях пшеницы, выращиваемой в вариантах с рекомендуемой обработкой почвы, было ниже, чем в вариантах с отвальным и безотвальным способом обработки почвы, наибольшее содержание Хл наблюдалось при D_3 (табл.4).

В 2009 г. достоверного влияния фактора обработки почвы в наших опытах выявить не удалось, но, в целом, учитывая коэффициенты регрессии при D и D^2 , можно отметить тенденцию сходную с 2008 г. (табл. 4).

Взаимодействие способа обработки почвы (фактор D) с комплексом других агротехнических факторов (T) имел знак минус, что говорит об уменьшении положительного эффекта одного из них при усилении действия другого.

По коэффициентам регрессии T (табл. 4) видно, что при переходе от экстенсивной (T_0) к интенсивной (T_3) технологии возделывания озимой пшеницы увеличение концентрации зелёных пигментов в листьях пшеницы в основном росло нелинейно: при переходе от T_0 к T_3 прирост содержания Хл уменьшался.

Таблица 5 – Параметры уравнений регрессии, связывающих содержание суммы каротиноидов в листьях озимой пшеницы сорта Фортуна и уровни агротехнических факторов на рекомендуемой обработке почвы

			Обозначение коэффициентов регрессии						R ²
			A	B	C	AB	AC	BC	
Дата проведения измерений	2008 г.	16.04	-0,06*	-0,06*	-0,15*	0,00	0,10*	0,01	0,84*
		23.04	0,19*	0,08	-0,22*	-0,03	0,01	0,08	0,69*
		14.05	0,01	0,001	-0,11*	-0,01	0,03	0,06*	0,59*
		27.05	0,08*	0,06*	0,01	-0,04*	0,01*	0,001	0,95*
		10.06	0,09*	0,09*	-0,04*	-0,04*	-0,02*	0,03*	0,91*
	2009 г.	21.04	0,16	0,30*	-0,02	-0,10*	0,01	-0,01	0,94*
		18.05	0,13*	0,15*	-0,01	-0,05*	-0,01	0,001	0,94*
		28.05	0,11*	0,11*	-0,06*	-0,04*	-0,02	0,04*	0,85*
		9.06	0,10*	0,15*	-0,003	-0,06*	0,01	-0,004	0,85*
		18.06	-	-	-	-	-	-	0,47

Таблица 6 – Параметры квадратичных уравнений регрессии, связывающих содержание суммы каротиноидов в листьях озимой пшеницы и уровни агротехнических факторов

			Обозначение коэффициентов регрессии					R ²
			TD	D ²	T ²	D	T	
Даты проведения измерений	2008 г.	16.04	-	-	-	-	-	0,31
		23.04	-0,09*	0,08	-0,07*	-0,14	0,40*	0,42*
		14.05	-0,03*	-0,01	0,00	0,11	0,07*	0,44*
		27.05	-0,01	0,06*	-0,03*	-0,20*	0,15*	0,83*
		10.06	-0,01	0,08*	-0,04*	-0,29*	0,21*	0,82*
	2009 г.	21.04	-0,01	0,02	-0,05*	0,04	0,33*	0,85*
		18.05	-0,01	0,00	-0,03*	0,04	0,24*	0,80*
		28.05	-0,03	-0,01	0,00	0,10	0,22*	0,71*
		9.06	0,01	0,01	-0,02	-0,04	0,16*	0,86*
		18.06	-0,01	0,05	0,05*	-0,17	0,03	0,88*

В фазу восковой спелости в 2009 г. при интенсивной технологии возделывания культуры (Т₃) в значительной степени были снижены темпы

разрушения хлорофиллов во флаговых листьях пшеницы, а значит, время его активного функционирования увеличивалось.

Влияние агротехнических факторов на суммарное содержание каротиноидов в листьях пшеницы сорта Фортуна аналогично влиянию исследуемых факторов на зелёные пигменты в этих листьях (табл. 5, 6).

Содержание Хл в ССК и Хл в ФС I и II, в значительной степени связано с агротехническими приёмами, что отразилось на отношении Хл ССК/Хл ФС I и II (табл. 7, 8).

Повышенное плодородие почвы (А) в фазу цветения в 2008 и 2009 гг. достоверно увеличивало отношение Хл ССК/Хл ФС I и II (табл. 7).

Таблица 7 – Параметры уравнений регрессии, связывающих отношение Хл ССК / Хл ФС I + ФС II в листьях пшеницы сорта Фортуна и уровни агротехнических факторов на рекомендуемой обработке почвы

			Обозначение коэффициентов регрессии						R ²
			A	B	C	AB	AC	BC	
Дата проведения измерений	2008 г.	16.04	0,14*	0,15*	0,05	-0,07*	-0,11*	0,07*	0,72*
		23.04	-	-	-	-	-	-	0,26
		14.05	-0,01	0,01	-0,06*	-0,02*	0,02*	0,03*	0,91*
		27.05	0,04*	0,02	-0,02	-0,02*	-0,02	0,01	0,57*
		10.06	0,01	0,01	-0,05*	-0,01*	0,02*	0,04*	0,91*
	2009 г.	21.04	0,01	0,04*	0,01	-0,003	-0,01	-0,01	0,59*
		18.05	0,003	0,03*	0,00	-0,001	-0,005	0,01	0,67*
		28.05	0,08*	0,12*	0,06*	-0,06*	-0,01*	0,01	0,93*
		9.06	0,001	0,03*	0,03*	0,02*	-0,03*	0,03*	0,96*
		18.06	-	-	-	-	-	-	0,24

Применение рекомендуемой дозы минерального питания (B) также оказывало положительное влияние на данное отношение: в 2008 г. это влияние было слабым, ниже уровня достоверности, а в 2009 г., наоборот, оно было высоким в течение всего периода исследований.

Изменения отношения Хл ССК/Хл ФС I и II связано с тем, что содержание Хл ССК в листьях пшеницы под действием факторов А и В увеличивалось сильнее, чем содержание Хл ФС I и II.

Результаты опыта в фазу трубкования (14.05) в 2008 г. отличались от остальных тем, что появление достоверного влияния факторов А и В связано с понижением содержания в листьях Хл ФС I и II.

Таблица 8 – Параметры квадратичных уравнений регрессии, связывающих отношение Хл ССК / Хл ФС I + ФС II в листьях пшеницы сорта Фортуна и интенсивность технологии

			Обозначение коэффициентов регрессии					R ²
			TD	D ²	T ²	D	T	
Дата проведения измерений	2008 г.	16.04	-	-	-	-	-	0,24
		23.04	-	-	-	-	-	0,16
		14.05	-0,02*	-0,01	0,01*	0,12*	0,02	0,67*
		27.05	-0,01	-0,02	-0,02*	0,08	0,11*	0,42*
		10.06	0,02*	0,00	0,00	-0,02	-0,01	0,34*
	2009 г.	21.04	-0,03*	0,05*	0,002	-0,16*	0,06	0,37*
		18.05	-	-	-	-	-	0,11
		28.05	0,03*	0,01	-0,06*	-0,04	0,12*	0,60*
		9.06	0,00	0,04	-0,01	-0,19*	0,08	0,46*
		18.06	-	-	-	-	-	0,29

На отношение хлорофиллов к каротиноидам (Хл/К) также оказывало достоверное влияние изменение приёмов агротехники (табл. 9, 10).

Внесение минерального питания и повышенное плодородие почвы также увеличивало отношение Хл/К, причём в 2009 г. влияние уровня минерального питания на Хл/К было сильнее (табл. 9).

Влияние системы защиты растений (С) в 2008 и 2009 гг. на отношение Хл ССК/Хл ФС I и II было различным. В 2008 г. внесение гербицидов снижало отношение Хл ССК/Хл ФС I и II, а в 2009, наоборот, повышало. В 2008 г. внесение гербицидов сильнее снижало количество хлорофиллов,

входящих в состав ССК, чем Хл антенных комплексов ФС I и II. В 2009 г. количество Хл ФС I и II в листьях пшеницы под действием фактора С также снижалось, но меньше чем в 2008, а Хл ССК в фазы цветения и молочной спелости незначительно, но возрастал.

Химическая прополка (С) снижала отношение Хл/К в 2008 г., а в 2009 увеличивала Хл/К в фазы цветения и молочной спелости.

Таблица 9 – Параметры квадратичных уравнений регрессии, связывающих отношение Хл/К и уровни агротехнических факторов на рекомендуемой обработке почвы

			Обозначение коэффициентов регрессии						R ²
			A	B	C	AB	AC	BC	
Даты проведения измерений	2008 г.	16.04	0,20*	0,18*	-0,18*	-0,08*	-0,02	0,10*	0,73*
		23.04	-	-	-	-	-	-	0,26
		14.05	0,02	0,06	-0,22*	-0,05	0,11*	0,03	0,71*
		27.05	0,30*	0,12*	-0,04	-0,09*	-0,10*	0,07*	0,78*
		10.06	0,14*	0,04	-0,08	-0,01	-0,04	0,16*	0,79*
	2009 г.	21.04	0,16*	0,24*	0,06	-0,03	-0,07*	-0,01	0,72*
		18.05	0,10	0,24*	0,018	-0,07*	-0,03	0,04	0,71*
		28.05	0,30*	0,50*	0,26*	-0,23*	-0,02	-0,06*	0,91*
		9.06	-0,04	0,14*	0,06*	0,04*	-0,08*	0,05*	0,93*
		18.06	-	-	-	-	-	-	0,15

Взаимодействие BC и AC показывает, что в 2008 г. в вариантах с внесением минерального питания или при повышенном плодородии почвы влияние гербицидов на отношение Хл ССК/Хл ФС I и II ослабевало.

Факторы А и В снимали отрицательное влияние гербицидов на отношение Хл/К, но в фазу цветения отрицательное влияние применения гербицидов на отношение Хл/К в варианте с повышенным плодородием почвы усиливалось.

Повышение степени обработки почвы (D) в 2008 г. повышало отношение Хл ССК/Хл ФС I и II, а в 2009 снижало (табл. 8). Появление досто-

верного отношения Хл ССК/Хл ФС I и II связано с тем, что содержание Хл ССК в листьях сильнее варьировало под влиянием фактора D, чем Хл ФС I и II.

Достоверного влияния фактора D на отношение Хл/К выявлено не было (табл. 10).

Таблица 10 – Параметры квадратичных уравнений регрессии, связывающих отношение Хл/К в листьях пшеницы и интенсивность технологии

			Обозначение коэффициентов регрессии					R ²
			TD	D ²	T ²	D	T	
Даты проведения измерений	2008 г.	16.04	0,0	-0,14	-0,01	0,45	0,15	0,33*
		23.04	-	-	-	-	-	0,26
		14.05	-0,20*	0,04	-0,03	0,21	0,54*	0,60*
		27.05	-0,10*	-0,03	-0,09*	0,26	0,56*	0,46*
		10.06	-	-	-	-	-	0,19
	2009 г.	21.04	-0,05	0,10	-0,09*	-0,36	0,47*	0,46*
		18.05	0,03	-0,02	-0,08*	0,02	0,29*	0,52*
		28.05	0,05	0,12	-0,23*	-0,42	0,65*	0,55*
		9.06	-0,02	0,14	-0,03	-0,66	0,28	0,49*
		18.06	-0,01	0,18	0,20*	-0,53	-0,23	0,61*

Повышение степени интенсивности технологии в 2008 г. в фазы колошения и цветения достоверно увеличивало отношение Хл ССК/Хл ФС I и II в верхних листьях озимой пшеницы, а в 2009 г. в фазу цветения при переходе от экстенсивной технологии (T₀) к беспестицидной (T₁) отношение Хл ССК/Хл ФС I и II повышалось, а от T₁ к интенсивной (T₃) снижалось. В других фазах связь Хл ССК/Хл ФС I и II и фактора T была низкой.

Переход от экстенсивной технологии возделывания озимой пшеницы (T₀) к интенсивной (T₃) на разных фазах вегетации по-разному влиял на Хл/К (табл. 10).

Интенсификация технологии возделывания пшеницы в 2008 и 2009 гг. в фазы колошения, цветения повышала Хл/К. Но в 2009 г. в фазу цветения переход от T_2 к T_3 не влиял на величину Хл/К.

В фазу восковой спелости озимой пшеницы в листьях в вариантах с экологически допустимой (T_2) и интенсивной технологией возделывания озимой пшеницы (T_3) Хл/К было значительно выше, чем на T_0 и T_1 , что, по всей видимости, связано с поддержанием высокой концентрации хлорофиллов a и b в листьях пшеницы в этих вариантах.

Таким образом, наши исследования показали, что исследуемые факторы агротехники оказывали значительное влияние на накопление и соотношение пигментов в листьях пшеницы сорта Фортуна. При этом содержание в листьях хлорофилла, входящего в состав светособирающих комплексов, под влиянием исследуемых агротехнических приёмов варьировало сильнее, чем количество хлорофилла, образующего антенные комплексы фотосистем I и II, что приводило к достоверному изменению отношения Хл ССК/Хл ФС I и II.

Повышение уровня плодородия почвы и количества вносимых удобрений стабильно увеличивали общее содержание зелёных пигментов в листьях пшеницы в течение всего периода весенне-летней вегетации, повышали отношение Хл/К и Хл ССК/Хл ФС I и II. Влияние системы защиты растений и способа обработки почвы на сумму Хл a и b и соотношение пигментов, по всей видимости, во многом обусловлено погодными условиями в период вегетации и в разные периоды исследования их влияние значительно отличалось.

Важно отметить, что взаимодействие факторов агротехники в значительной степени корректировало силу влияния агротехнических приёмов на содержание пигментов в листьях. Так при повышенных уровнях плодородия почвы внесение минерального удобрения оказывало существенно меньшее влияние на хлорофилл в листьях пшеницы, чем те же дозы при

низких уровнях плодородия. В отдельные годы применение рекомендуемых доз минерального питания снимало отрицательное влияние гербицидов на зелёные пигменты.

Список литературы

1. Трубилин И.Т., Малюга Н.Г. Агрэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края. Краснодар, 1997. – 237 стр.
2. Федулов Ю. П., Трубникова И.И. Загорулько А.В., Маймистов В.В., Терещенко Д.В., Новиков А.А., Фаткина С.Ю. Влияние условий агротехники на содержание фотосинтетических пигментов в листьях озимой пшеницы // Технология возделывания основных полевых культур в современной земледелии / Труды КГАУ -1999. - Вып. 372(400). - С. 40 – 46.
3. Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. - 1983. - Vol.11.-№ 5. - P. 591-592.
4. Рубин А.Б. Регуляция первичных стадий фотосинтеза при изменениях физиологического состояния растений / А.Б. Рубин, П.С. Венедиктов, Т.Е. Кренделева, В.З. Пащенко // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988 – С. 29-39.