

## К МОРФОМЕТРИИ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Татьяна Р. Хрынова

**Аннотация.** Обсуждается возможность использования ширины флагового листа и значения переводного коэффициента для определения сырой массы надземной части растения в фазу выхода в трубку. Возможно, но менее точно, определение сырой массы по длине надземной части растения в фазах первого листа и в начале кущения. Методы актуальны при изучении изменения показателей без повреждения растений, особенно в сочетании с методом «математически средних растений».

**Ключевые слова:** яровая пшеница, морфометрия

*Ботанический сад Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, ул. Ботанический сад 1, 603062, Нижний Новгород, Россия; sad@bio.unn.ru*

### Введение

Множество работ посвящено изучению морфо-физиологических показателей фотосинтезирующих органов растения и их вклада в формирование урожая одной из важнейших сельскохозяйственных культур – яровой пшеницы. Важен правильный выбор показателей, теснее всего коррелирующих с биологическим и хозяйственным урожаем (Андрианова и Тарчевский 2000). Одно из условий высокой продуктивности растений – хорошо сформированная надземная вегетативная масса, в частности – верхние листья, а более развитым у многих сортов является флаговый лист (Ионова *и др.* 2009; Медведев и Медведева 2002; Стрижова и Ожогина 2005). При наблюдениях за динамикой изменения признаков важно проведение измерений растений без их повреждения. Давно существуют методики определения площади листовой поверхности различной формы (Аникеев и Кутузов 1981; Щербина 1985), появляются способы аппроксимации срезов биологических объектов сложной формы геометрическими моделями (Писаренко *и др.* 2010). Нас заинтересовала возможность получения коэффициентов для определения динамики массы по измеряемым линейным признакам для работы с относительно небольшими количествами растений – экспресс-метод, пусть не очень точный, но вполне результативный и достоверный.

### Материалы и методы исследований

При проведении нами исследований по физиологии яровой пшеницы, накопился

материал, касающийся ее морфологии, а именно: линейные размеры (длина надземной части растений и ширина флагового листа), вес надземной части (сырая масса) и их соотношения у контрольных растений. Наблюдения проводились за растениями сорта «Симбирцид» на 40-й день после прорастания в фазе выхода в трубку. Посевы проводились в смесь торфа, песка и дерновой земли (2:2:1). Четыре повторности по 30 семян высевались в отдельные 5-литровые контейнеры с интервалом в 1 день, с таким же интервалом сделаны измерения. 1-я повторность (30.08.2010) – всего выращено 25 экземпляров; 2-я (31.08.2010) – 28 экз.; 3-я (01.09.2010) – 26 экз.; 4-я (02.09.2010) – 26 экз. Контейнеры содержались на открытом воздухе. Средние размеры длины надземной части (ДР) варьировали от 30,2 до 33,9 см, коэффициент вариации (Cv) во всех повторностях был меньше 25% (10,65–21,31%), т. е. для нашего объема повторностей отклонение от среднего незначительно (Шмидт 1984). Ширина флагового листа (ШФ) при этом варьирует сильнее: 17,06% < Cv < 26,36%, еще более непостоянна величина массы (MP): 33,61% < Cv < 40,63% (Табл. 1).

Помимо этого проводились наблюдения за контейнерными культурами других сортов яровой пшеницы. В фазу начала кущения: 1) сорт «Альбидум 188», смесь торфа и песка 1:1, 4 повторности одновременного посева (выращено соответственно – 24, 30, 26 и 30 экз.), 45-й день после прорастания (21.04.2009); 2) сорт «Эстер», смесь торфа и песка 1:1, 4 одновременные повторности (выращено соответственно – 28, 30, 30 и 29 экз.), 30-й день (28.04.2010); 3) сорт «Эстер», смесь дерновой земли, торфа и песка

**Табл. 1.** Морфометрические показатели и их соотношение у растений яровой пшеницы «Симбирцид» в фазе выхода в трубку. ДР – длина надземной части, ШФ – ширина флагового листа, МР – сырая масса надземной части.

**Table 1.** Morphometric parameters and their relationship for the plants of spring wheat «Simbirtsid» in the phase of stem elongation. ДР – length of the overground part, ШФ – width of the flag-leaf, МР – damp mass of overground part.

Повторность	Показатели	ДР (см)	ШФ (см)	МР (г)	ШФ:ДР	МР:ДР	МР:ШФ
1	Средняя	31,2	0,46	0,48	0,015	0,015	1,011
2		33,8	0,51	0,61	0,015	0,018	1,175
3		33,9	0,52	0,60	0,015	0,017	1,124
4		30,2	0,33	0,36	0,011	0,012	1,072
1	Станд. откл.	6,65	0,109	0,195	0,0018	0,0037	0,2895
2		3,60	0,087	0,219	0,0019	0,0047	0,2751
3		4,68	0,112	0,206	0,0023	0,0046	0,2165
4		3,84	0,087	0,121	0,0023	0,0032	0,1984
1	Коэфф. вар. (%)	21,31	23,70	40,63	12,00	26,67	28,64
2		10,65	17,06	35,90	12,67	26,11	23,41
3		13,81	21,54	34,33	15,33	27,06	19,26
4		12,71	26,36	33,61	20,91	26,67	18,51

**Табл. 2.** Коэффициенты корреляции (r) морфометрических показателей и их соотношений у растений яровой пшеницы «Симбирцид» в фазе выхода в трубку. ДР – длина надземной части, ШФ – ширина флагового листа, МР – сырая масса надземной части.

**Table 2.** The correlation coefficients (r) of morphometric indices and their ratios for the plants of spring wheat «Simbirtsid» in the phase of stem elongation. ДР – length of the overground part, ШФ – width of the flag-leaf, МР – damp mass of overground part.

Повторность	ШФ и ДР	МР и ДР	МР и ШФ	МР:ШФ и ДР	ШФ:ДР и МР
1	0,85	0,91	0,78	0,78	-0,15
2	0,72	0,80	0,76	0,67	0,37
3	0,77	0,77	0,86	0,69	0,56
4	0,62	0,68	0,85	0,52	0,66

**Табл. 3.** Морфометрические показатели и их соотношение у «математически средних растений» яровой пшеницы сорта «Эстер». Опыт 2. ДР – длина надземной части, МР – сырая масса надземной части.

**Table 3.** Morphometric parameters and their relationship for “mathematically average plants” of spring wheat «Esther». Experiment 2. ДР – length of the overground part, МР – damp mass of overground part.

№ экземпляра	Показатели		
	ДР (см)	МР (г)	МР:ДР
1	34	0,41	0,012
2	33,5	0,4	0,012
3	33,5	0,4	0,012
4	33,5	0,4	0,012
5	33,5	0,39	0,012
Среднее	33,6	0,4	0,012

1:1:1, 2 повторности с интервалом в неделю (02.07.2010 – 54 экз. и 09.07.2010 – 98 экз.), 25-й день. А также изучались в фазу первого листа всходы на фильтровальной бумаге сорта «Экада», 4 повторности одновременного посева (34, 37, 35 и 34 экз.), 10-й день после прорастания (27.01.2011) (Табл. 4).

## Результаты и их обсуждение

В наших исследованиях сорта «Симбирцид» сразу обратили на себя внимание близкие, часто одинаковые, значения сырой массы надземной части и ширины флагового листа в соответствующих единицах СГС. Было решено проверить соотношение всех имеющихся

Табл. 4. Морфометрические показатели и их соотношение у растений некоторых сортов яровой пшеницы в различных условиях. ДР – длина надземной части, МР – сырая масса надземной части.  
 Table 4. Morphometric parameters and their relationship for plants of some varieties of spring wheat under different conditions. ДР – length of the overground part, МР – damp mass of overground part.

Повторность	Альбидум 188, смесь торфа и песка 1:1, начало кущения		Эстер, смесь торфа и песка 1:1, начало кущения		Эстер, смесь торфа и песка 1:1, начало куц.		Эстада 70, без грунта, всходы, фаза первого листа		
	ДР (см)	МР (г)	МР:ДР	ДР (см)	МР (г)	МР:ДР	ДР (см)	МР (г)	МР:ДР
1	29,7	0,44	0,014	45,7	0,91	0,020	38,3	0,48	0,013
2	28,5	0,37	0,012	48,9	0,97	0,020	33,6	0,40	0,012
3	32,0	0,47	0,014	51,5	1,04	0,020			
4	31,5	0,42	0,013	49,7	0,91	0,018			
1	5,93	0,205	0,0046	4,35	0,276	0,0046	5,59	0,193	0,0044
2	5,71	0,113	0,0024	3,58	0,158	0,0027	3,63	0,120	0,0024
3	5,62	0,149	0,0027	3,46	0,300	0,0055			
4	5,30	0,138	0,0027	4,05	0,250	0,0043			
1	19,97	46,59	32,86	9,52	30,33	23,00	14,60	40,21	33,85
2	20,04	30,54	20,00	7,32	16,29	13,50	10,80	30,00	20,00
3	17,56	31,70	19,29	6,72	28,85	27,50			
4	16,83	32,86	20,77	8,15	27,47	23,89			
1	Коэфф. корр. ДР и МР		0,92	0,79		0,56		0,74	
2			0,97	0,61		0,96		0,77	
3			0,97	0,42				0,59	
4			0,98	0,63				0,75	

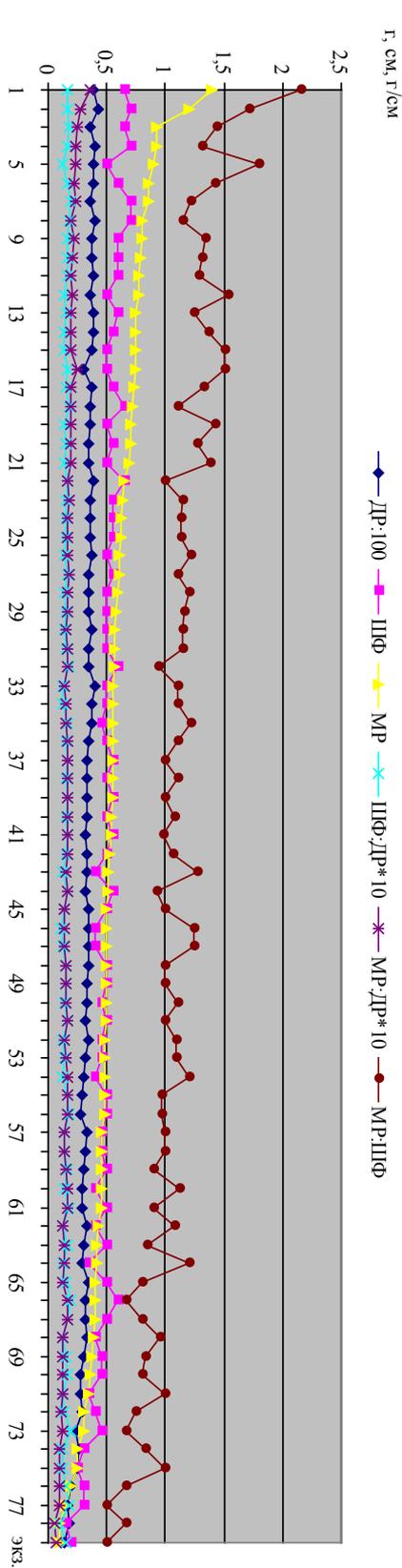


Рис. 1. Соотношение морфометрических показателей яровой пшеницы «Симбирца» в фазе выхода в трубку. ДР – длина надземной части, ШФ – ширина флагового листа, МР – сырая масса надземной части.

Fig. 1. The value of morphometric parameters of spring wheat «Simbirtsi» in the phase of stem elongation. ДР – length of the overground part, ШФ – width of the flag-leaf, МР – damp mass of overground part.

показателей и степень их корреляции (Табл. 2). В среднем соотношение массы надземной части и ширины флагового листа действительно оказалось очень близким к единице (1,011–1,175, мода же равна 1,000,  $MP:ШФ_{\text{средн.}}=1,0978$ ,  $Cv_{\text{средн.}}=23,26\%$ ), и формула приблизительного перевода в данном случае может выглядеть как  $MP=1,1ШФ$ . Соотношение массы и длины растения в среднем варьировало больше (0,012–0,018 г/см,  $26,11\%<Cv<27,06\%$ ). Практически одинаковым было соотношение ширины флагового листа и длины надземной части растения на данной фазе: 0,015 в трех повторностях ( $12,00\%<Cv<15,33\%$ ), кроме 4-й (0,011 при  $Cv=20,91\%$ ). Растения этой повторности отставали в развитии из-за того, что всходы ее пришлось на дни аномальной жары (до  $+37,1^{\circ}C$ ), растения первых трех повторностей к этому моменту уже несколько окрепли. Пропорцию 0,015 у данного сорта можно считать характерной для растений в фазе выхода в трубку в конкретных условиях. Корреляция ширины флагового листа и длины надземной части оказалась средней ( $r_{\text{средн.}}=0,74$ , если исключить 3-ю повторность, то  $r_{\text{средн.}}=0,78$ ), и меньше, чем массы растения и его длины ( $r_{\text{средн.}}=0,79$ ), а тем более корреляции массы растения и ширины флагового листа ( $r_{\text{средн.}}=0,81$ ). Соотношение МР:ШФ слабо зависило от длины надземной части ( $0,52<r<0,78$ ), а ШФ:ДР практически не зависило от массы ( $-0,17<r<+0,38$ ). Для наглядности показатели всех повторностей (кроме «неудачной» 4-й повторности) представлены на Рис. 1, длина – в масштабе 1:100, а МР:ШФ и ШФ:ДР – 10:1. В литературе встретились данные только о корреляции других показателей на более поздних стадиях развития пшеницы: между признаками продуктивности и длиной верхнего междоузлия. (Бессонова 1987)

Отмечено, что в сходном грунте, в одинаковых лабораторных условиях, при одинаковом объеме повторностей у двух других сортов наблюдалась заметно разная степень корреляции длины и массы надземной части: у сорта «Альбидум 188» –  $0,92<r<0,98$ , у сорта «Эстер» –  $0,42<r<0,79$ . Очевидно, что это сортовые особенности. У обоих сортов достаточно стабильные показатели отношения массы к длине надземной части: в среднем 0,013 у «Альбидум 188» и 0,020 у «Эстер». Во втором опыте с сортом «Эстер» в другом грунте

и на открытом воздухе в условиях жаркого лета некоторые показатели оказались близки к таковым сорта «Альбидум 188» в предыдущем опыте. В лабораторном опыте с сортом «Экада» также отмечена неплохая зависимость массы от длины растения и в среднем  $MP:DP=0,004$ . При отсутствии других показателей на ранних стадиях развития для определения живой массы растения можно воспользоваться формулой  $MP=kDP$ , где  $k$  необходимо определять опытным путем для конкретных сортов и условий выращивания.

Для получения надежных средних данных необходимо промерить 100–200 растений. При определении сложных биометрических характеристик (площадь листьев, сырой и сухой вес отдельных органов и др.) срез и промер такого большого количества растений иногда являются затруднительными. В данном случае рекомендуется метод средних растений – по простым биометрическим характеристикам определяют «математически среднее растение» для данного посева в данный момент времени, после чего на изучаемом участке посева выбирают 10–20 растений, у которых простые биометрические характеристики имели бы значения, возможно близкие к характеристикам «математически среднего». Эти растения и подвергают более детальному биометрическому анализу. Чем больше берется простых биометрических характеристик и чем ближе выбранные в посевах 10–20 растений находятся к «математически среднему», тем лучше полученные биометрические данные характеризуют изучаемый посев. (Росс И Росс 1969) Это наглядно продемонстрировали и наши наблюдения, причем даже на меньшем количестве экземпляров во втором опыте с сортом «Эстер», во второй повторности, наибольшей из всех опытов по объему. Из 98 экземпляров были взяты 5 растений (Табл. 3), среднее значение длины надземной части которых (ДР) равно 33,6 см, как у всей повторности (см. Табл. 4), в результате все остальные средние (сырой массы надземной части – МР и соотношения МР:ДР) совпали. В других опытах совпадения были не такими полными из-за меньшего объема данных, но вполне достоверными.

### Выводы

Таким образом, хотя вопрос требует дальнейшей проработки, для относительно

точного определения изменения, например, средней массы надземной части у яровой пшеницы без уничтожения большого количества растений можно: в фазу всходов и в начале кущения воспользоваться значениями длины надземной части, а в фазу выхода в трубку – шириной флагового листа. Переводные коэффициенты можно определить по отобраным «математически средним растениям», в т. ч. и для перевода значения сырой массы в сухую. Предложенный экспресс-метод может найти прямое применение в сельском хозяйстве, где не столь важна точность промеров, сколько достижение фактических высоких уровней урожайности яровой пшеницы.

### Цитируемые источники

- АНИКЕЕВ В.В. и КУТУЗОВ Ф.Ф. 1981. Новый способ определения площади листовой поверхности у злаков. *Физиология растений* 8 (3): 375–377.
- АНДРИАНОВА Ю.Е. и ТАРЧЕВСКИЙ И.А. 2000. Хлорофилл и продуктивность растений. Наука, Москва.
- БЕССОНОВА Е.И. 1987. Корреляция между признаками продуктивности и длиной верхнего междоузлия у гибридов пшеницы. *Сб. науч. тр. Узбекского НИИ зерна* 24: 25–28.
- ИОНОВА Н.Э., ХОХЛОВА Л.П., ВАЛИУЛЛИНА Р.Н., ИОНОВ Э.Ф. 2009. Роль отдельных органов в продукционном процессе у растений яровой пшеницы разного эколого-географического происхождения. *Сельскохозяйственная биология* 1: 60–67.
- МЕДВЕДЕВ А.М. и МЕДВЕДЕВА Л.М. 2002. Продукционный процесс формирования урожая зерна пшеницы в условиях богары и орошения. В: *Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция)*: 326–347. Москва.
- ПИСАРЕНКО П.В., КОЛЕСНИКОВА Л.А., ЗАГОРУЙКО Г.Е. 2010. Изопериметрия равновеликих плоских фигур и ее использование для морфометрии срезов листовой пластинки проростков пшеницы яровой. *Вісник Полтавської державної аграрної академії* 4: 30–35.
- РОСС В. и РОСС Ю. 1969. Биометрические измерения в посевах сельскохозяйственных культур. В: *Ничипорович А.А. (ред.). Методические указания по учету и контролю важнейших процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. ВАСХНИЛ*: 25–34. Москва.
- СТРИЖОВА Ф.М. и ОЖОГИНА Л.В. 2005. Формирование площади листовой поверхности сортами яровой пшеницы. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета* 4 (20): 16–19.
- ЩЕРБИНА И.П., КАСЬЯНОВ П.Ф., БОЯР Е.В. 1985. Об определении площади листьев различных видов пшеницы. *Научные доклады высшей школы. Биологические науки* 5: 105–108.
- ШМИДТ В.М. 1984. Математические методы в ботанике. Изд-во Ленингр. ун-та, Ленинград.

## A MORPHOMETRY OF OVERGROUND SHOOT OF SPRING WHEAT PLANTS

TATYANA R. CHRYNOVA

**Abstract.** The possibility of usage of the width of the flag-leaf and the values of conversion factor in order to determine the wet weight of overground plant parts in the phase of stem elongation is discussed in this article. But the determination of wet weight in the phases of the first sheet and the beginning of the tillering on the length of the overground plant parts is less correct. These methods are actual in the studying the changes in rates without damage the plants, especially in combination with the method of “mathematically average of plants”.

**Key words:** morphometry, summer wheat

*Botanical garden of N.I. Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Botanical garden str. 1, Nizhni Novgorod, 603062, Russia; sad@bio.unn.ru*