

Г.А. Козлечков

**ОБОСНОВАНИЕ ШКАЛЫ МОРФОФАЗ РОСТА
И РАЗВИТИЯ ПОБЕГА ПШЕНИЦЫ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА И СОСТОЯНИЯ
ЕГО ВЕГЕТАТИВНЫХ И РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ
ПО ВНЕШНИМ МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ**

Новочеркасск

Лик

2023

УДК 631.547+633.11(049)

ББК 42.112

К 59

Автор: Козлечков Г.А.

К 59 Обоснование шкалы морфофаз роста и развития побега пшеницы для определения возраста и состояния его вегетативных и репродуктивных органов по внешним морфологическим признакам /Козлечков Г.А.; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр». – Новочеркасск: Лик, 2023. – 46 с.

В работе приведены итоговые результаты многолетних исследований по выявлению закономерностей согласованного формирования вегетативных, вегетативных и репродуктивных элементов растущего побега различных видов пшениц. Выявленные закономерности положены в основу возрастной морфологической шкалы растений пшеницы с различным числом листьев главного побега для определения возраста и состояния его вегетативных и репродуктивных органов с целью возможной оптимизации элементов технологии выращивания культуры. В работе приводится сравнение предлагаемой морфологической шкалы стадий развития пшеницы с существующими на данный момент шкалами.

Область возможного использования закономерностей: агрономия, селекция, фенология, динамическая морфология, биология развития.

Научно методическое издание

УДК 631.547+633.11(049)

ББК 42.112

© Козлечков Г.А., 2023

В работе приведены опубликованные итоговые результаты многолетних исследований по выявлению закономерностей согласованного формирования вегетативных, вегетативных и репродуктивных элементов растущего побега различных видов пшениц. Выявленные закономерности положены в основу возрастной морфологической шкалы растений пшеницы с различным числом листьев главного побега для определения возраста и состояния его вегетативных и репродуктивных органов с целью возможной оптимизации элементов технологии выращивания культуры.

Ключевые слова. Пшеница, побег, морфофаза, шкала, индикация.

Место проведения, объекты исследования. ФГБНУ ФРАНЦ. Объекты исследований – 29 видов пшениц различного геномного состава и уровня плоидности, имеющих в коллекции центра.

Методика исследования. Методика проведения морфогенетических исследований изложена в ранее опубликованных работах (1, 2, 3)). В работе использован комплексный системный подход. Информация по зачаткам фитомеров, колосков, цветков получалась путем непосредственного прямого препарирования побегов, их верхушек (апексов), зачаточного колоса, колосков и цветков. Препарирование осуществлялось иглой ($d=0.1—0.15\text{мм}$) с использованием МБС 1 (увеличение в диапазоне 7.5—25.0) путем поочередного отчленения листьев, их зачатков вплоть до предпоследнего у основания конуса нарастания, а в репродуктивный период – до зачаточного колоса. При этом фиксировались линейные размеры и форма всех

вегетативных и репродуктивных структур. Характерные формы структур фотографировались.

Результаты исследований. Побег различных видов пшениц от прорастания по колошение образует при своём формировании закономерную необратимую последовательность своих дискретных морфологических состояний, названных морфофазами (от гр. *Morphe* – форма + гр. *Phasis* – появление, период, ступень в развитии какого-либо явления). Морфофаза является выражением ростового формообразовательного акта побега, когда за период (отрезок) видимого заложения на конусе нарастания одного очередного зачатка листа в вегетативный период или нескольких репродуктивных зачатков в репродуктивный период все ранее заложенные одновременно переходят каждый в свою очередную структуру или этап скрытого или уже явного роста, в результате чего весь побег переходит в свою очередную последующую морфофазу. Каждая морфофаза побега имеет только ей присущие внешние морфологические признаки и определяется по соотношению числа уже выросших и еще растущих органов (колеоптиле, листья, колос) и обозначается через дефис, где в левой позиции ставится число окончивших рост, а в правой – число растущих листьев на явном этапе их роста. Внешний вид морфофаз побега и их индексное обозначение приведены на рисунке 1. Фенофазы состоят из морфофаз. Морфофазы в пределах фенофаз показаны в таблице 1. Последовательность морфофаз имеет статус закономерности. Она не изменяется при выращивании в самых различных условиях и наблюдается не только у пшеницы, но и у растений ржи, тритикале, овса, ячменя и большинства дикорастущих злаковых трав. Статус позволяет измерять биологический возраст побега числом морфофаз (4).

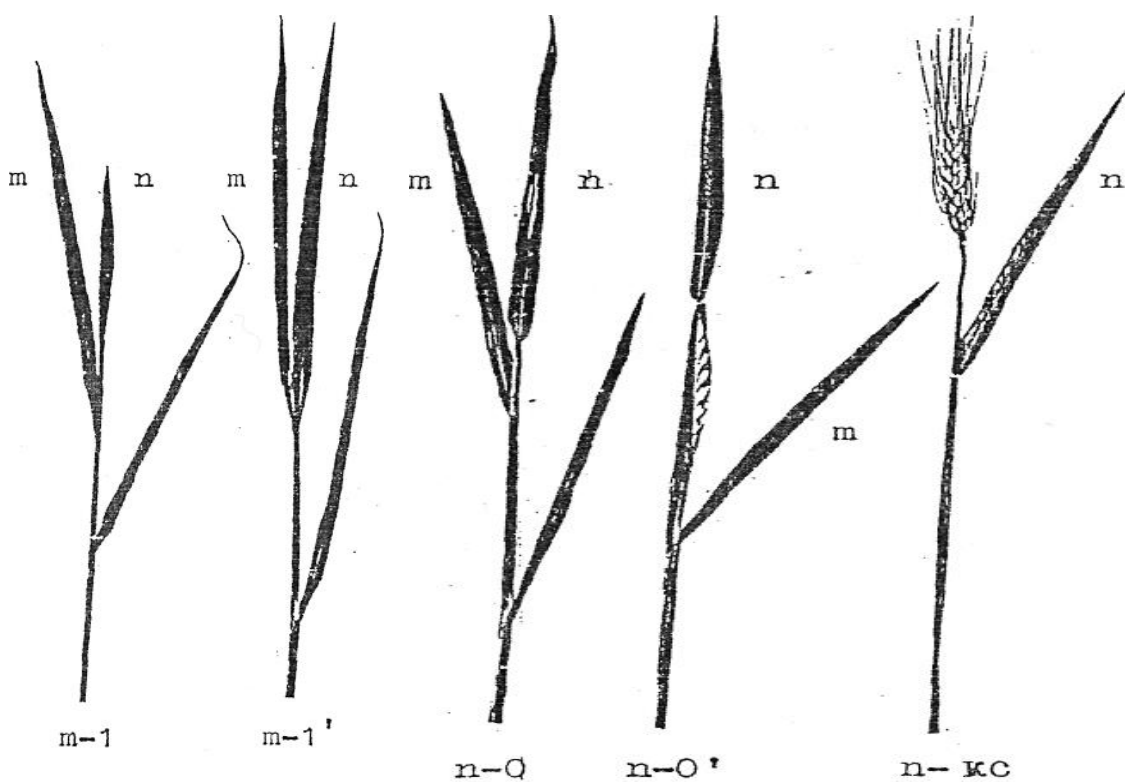
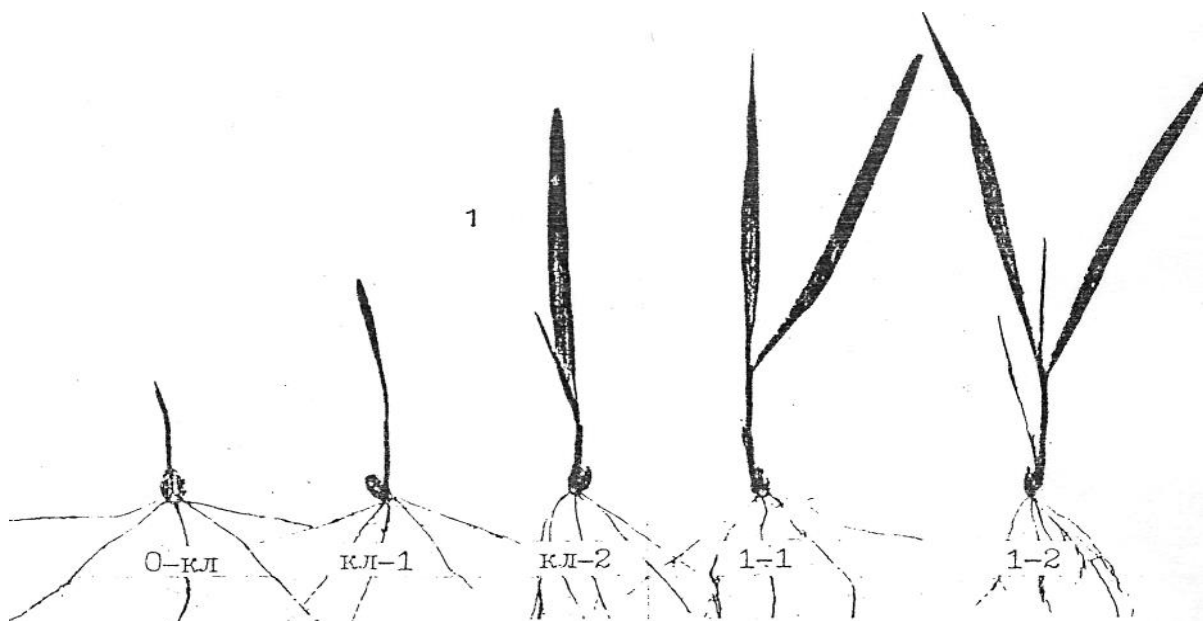


Рис. 1. Начальные (1) и конечные (2) последовательные морфофазы побега пшеницы:

кЛ – колеоптиль, m – предфлаговый лист, n – флаговый лист, цифры в левой и правой позициях – соответственно числа сформированных и еще растущих листьев; главный побег в морфофазе 1–2 уже имеет боковой (колеоптильный) побег в морфофазе пл – 1 (пл – предлист). Это начало кущения.

Таблица 1

Последовательное формирование семилистного главного побега пшеницы от прорастания, выражаемого его первой морфофазой 0—кл, совпадающей с фазой шильце, по колошение, выражаемого его последней морфофазой 7—кс.

Фенофазы	Вегетативные органы побега					Морфофазы
	Колеоптиль (кл)		Листья			
	Растущий	Окончивший рост	Число листьев в момент наблюдения			
			Растущих	Окончивших рост	Всего листьев	
Прорастание	кл	0	0	0	0	0—кл
Предкущение		кл	1	0	1	кл—1
			2	0	2	кл—2
			1	1	2	1—1
Третий лист			2	1	3	1—2
Кущение			1	2	3	2—1
			2	2	4	2—2
			1	3	4	3—1
			2	3	5	3—2
Выход в трубку			1	4	5	4—1
			2	4	6	4—2
Стеблевание			1	5	6	5—1
			2	5	7	5—2
			1	6	7	6—1
			1	6	7	6—1'
Предколошение			0	7	7	7—0
			0	7	7	7—0'
Колошение			0	7	7	7—кс

Примечание: морфологическое состояние побега (морфофаза) характеризуется соотношением числа сформированных (в левой позиции) и растущих (в правой позиции) органов побега через дефис. Кс – индекс колоса, кл – колеоптиля.

В почке побега зрелой зерновки уже заложены зачатки первых трёх листьев, одетых зачатком колеоптиле. С началом прорастания в вегетативный период на конусе нарастания закладываются поочередно зачатки листьев и только по одному за одну морфофазу. Если общее число листьев побега известно, то время заложения зачатка флагового листа может быть определено по морфофазе. В следующую непосредственно смежную морфофазу закладываются зачаток колосоносного междоузлия (км) и несколько первых зачатков члеников стержня будущего колоса. Это время начала перехода побега в репродуктивное состояние (рис.2, табл.2). **Способ определения времени перехода побега в репродуктивное состояние по его морфофазе защищен патентом(5).** Шкала позволяет, не прибегая к препарированию, определять по морфофазе время заложения зачатков очередных листьев. По шкале видно также, у каких побегов и в каком предельно раннем возрасте (морфофазе) начинается кущение. Закономерность кущения отражена в таблицах 3 и 4. Закономерность открыла возможность определения биологического потенциала кущения (БПК) как максимальное число боковых побегов, которое может иметь главный побег конкретного возраста (морфофазы). Кущение отдельных растений (рис.3), так и агроценоза стало возможным количественно оценивать по степени реализации БПК, принимая его численную величину за 100%. **Способ определения БПК защищен патентом (6).**

Работа конуса нарастания побега в репродуктивный период характеризуется изменением вида закладываемых зачатков (рис.4), увеличением численной величины скорости заложения зачатков колосков и цветков за одну морфофазу, окончанием заложения зачатков колосков путем образования зачатка терминального колоска, а зачатков цветков – путем отмирания их части, заложённых последними, а потому наименее сформированными. Отмирание (сброс) цветков строго приурочено к морфофазе $n-0^1$ в фазу предколошения при разных условиях выращивания.

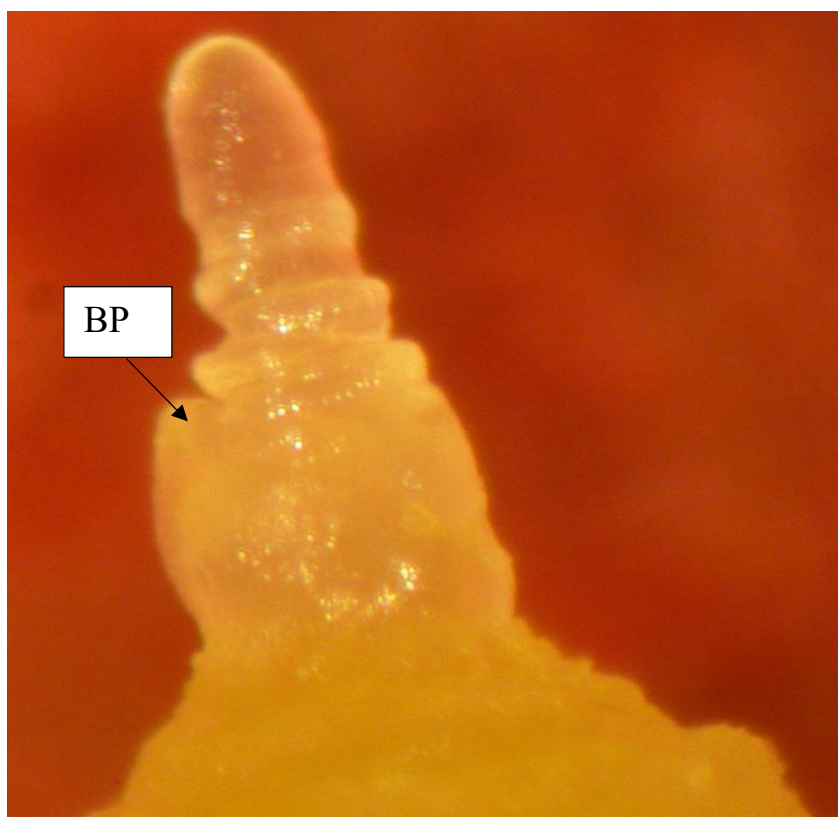
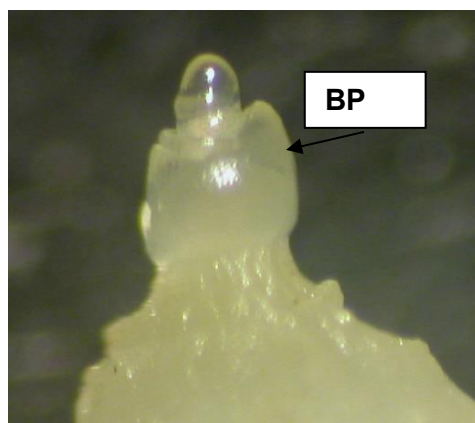


Рис.2. Вверху - конус нарастания в вегетативный период. Самый наружный зачаток листа имеет вид воротничка (вр). Под ним через 180 градусов уже видны зачатки двух следующих листьев.

Внизу – переход конуса нарастания в репродуктивный период. Конус вытянут. Идет его сегментация на первые (самые нижние) зачатки члеников стержня зачаточного колоса. Наружный зачаток флагового листа имеет морфоструктуру воротничка (вр). Микрофото – Артохин К.С.

Таблица 2

Длительность и границы вегетативного периода (●) и предельно раннее время его перехода в репродуктивное состояние (● км) у растений пшениц с различным общим числом листьев их главного побега.

Последовательные морфофазы побега и их порядковые номера	28						12-кc	
	27						12-0'	
	26						11-кc	12-0
	25						11-0'	11-1'
	24					10-кc	11-0	11-1
	23					10-0'	10-1'	10-2
	22				9-кc	10-0	10-1	10-1
	21				9-0'	9-1'	9-2	9-2
	20			8-кc	9-0	9-1	9-2	9-1
	19			8-0'	8-1'	8-2	8-2	8-2
	18		7-кc	8-0	8-1	8-1	8-1	8-1
	17		7-0'	7-1'	7-2	7-2	7-2	7-2
	16	6-кc	7-0	7-1	7-1	7-1	7-1	7-1
	15	6-0 ¹	6-1'	6-2	6-2	6-2	6-2	6-2
	14	6-0	6-1	6-1	6-1	6-1	6-1	6-1
	13	5-1'	5-2	5-2	5-2	5-2	5-2	5-2
	12	5-1	5-1	5-1	5-1	5-1	5-1	5-1
	11	4-2	4-2	4-2	4-2	4-2	4-2	4-2
	10	4-1	4-1	4-1	4-1	4-1	4-1	● 4-1 км
	9	3-2	3-2	3-2	3-2	3-2	● 3-2 км	● 3-2
	8	3-1	3-1	3-1	3-1	● 3-1 км	● 3-1	● 3-1
	7	2-2	2-2	2-2	● 2-2 км	● 2-2	● 2-2	● 2-2
	6	2-1	2-1	● 2-1 км	● 2-1	● 2-1	● 2-1	● 2-1
	5	1-2	● 1-2 км	● 1-2	● 1-2	● 1-2	● 1-2	● 1-2
	4	● 1-1 км	● 1-1	● 1-1	● 1-1	● 1-1	● 1-1	● 1-1
	3	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2
	2	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1
	1	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл
	6	7	8	9	10	11	12	

Общее число листьев побега

Примечание. Морфофазы перехода побега в репродуктивный период (● км) выделены. Время перехода (У) пропорционально числу листьев(Х): $У=Х-2$.

Таблица 3

Связь числа листьев главного побега пшеницы с максимально возможным числом боковых побегов первого порядка в фазу кущения

Число Листьев (X)	Число боковых побегов первого порядка (Y)				
	0	1	2	3	4
	Число растений пробы				
2					
3	2258	1314			
4	1825	3636	3903		
5	1025	1391	4233	957	
6	139	294	1691	3542	141

Максимальное число боковых побегов первого порядка (Y) зависит от числа листьев (X) главного побега: $Y = X - 2$.

Таблица 4

Предельно раннее время прорастания боковых побегов на побеге главном

Морфофазы гл. побега	Пшеницы культурные и полбы					
	Морфофазы боковых побегов первого порядка					
	1	2	3	4	5	ПК
1—1						
1—2	пл—1					1
2—1	пл—2					1
2—2	1—1	пл—1				2
3—1	1—2	пл—2				2
3—2	2—1	1—1	пл—1			3
4—1	2—2	1—2	пл—2			3
4—2	3—1	2—1	1—1	пл—1		4
5—1	3—2	2—2	1—2	пл—2		4
5—2	4—1	3—1	2—1	1—1	пл—1	5
6—1	4—2	3—2	2—2	1—2	пл—2	5

Примечание. У бокового побега аналогом coleoptile является предлист (пл). Его прорастание выражается морфофазой **пл—1**. ПК – потенциал кущения. **Закономерность выражается** в том, что предельно раннее время прорастания боковых побегов первого порядка строго связано с возрастом побега главного, с его четными (одновременно растут два листа) морфофазами и не ранее.



Рис.3. Четырехлистное растение пшеницы морфофазы 2—2 главного побега (первые два листа окончили рост, два еще растут) сформировало два первых боковых побега, имеющих соответственно морфофазы 1—1 и пл—1. Растение этого возраста (этой морфофазы) может иметь максимально только два боковых побега. Его потенциал кущения реализован на 100%.

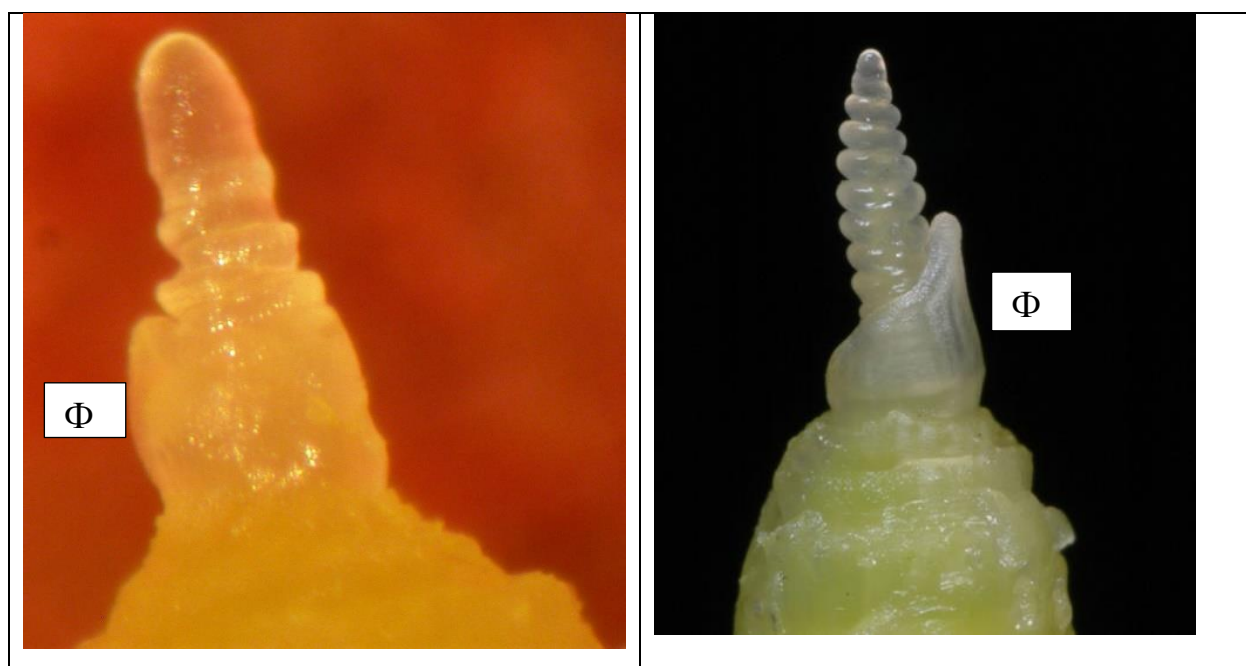


Рис.4. Репродуктивный период. На конусе нарастания закладываются первые членики стержня колоса (рисунок слева). На рисунке справа – зачаточный колос с заложенными колосковыми валиками и зачатком флагового листа(ф).
Микрофото – Артохин К.С.

Окончание заложения зачатков колосков в формирующемся колосе и выход побега в трубку совмещаются во времени (12). Растения возраста выхода главного побега в трубку имеют характерный внешний вид (рис. 5,6). Препарирование основания побега в это время показывает, что у него над узлом кущения, состоящего из укороченных междоузлий, удлиняется первое междоузлие соломины (рис.7). Состояние конуса нарастания побегов озимых пшениц и тритикале в период начала выхода в трубку и размеры формирующихся междоузлий показаны в таблицах 5 и 6.

Препарирование верхушки побега показывает, что у него завершается заложения зачатков колосков путем образования зачатка терминального колоска (рис.8). На это тратится вся оставшаяся эмбриональная ткань, после чего общее число колосков в колосе достигает максимума и измениться больше уже не может.



Рис.5. Первая фаза выхода в трубку. Листовое влагалище(ЛВ1) последнего сформированного листа существенно выдвинуто над влагалищами предыдущих узловых листьев. Фотоснимок – Артохин К.С.

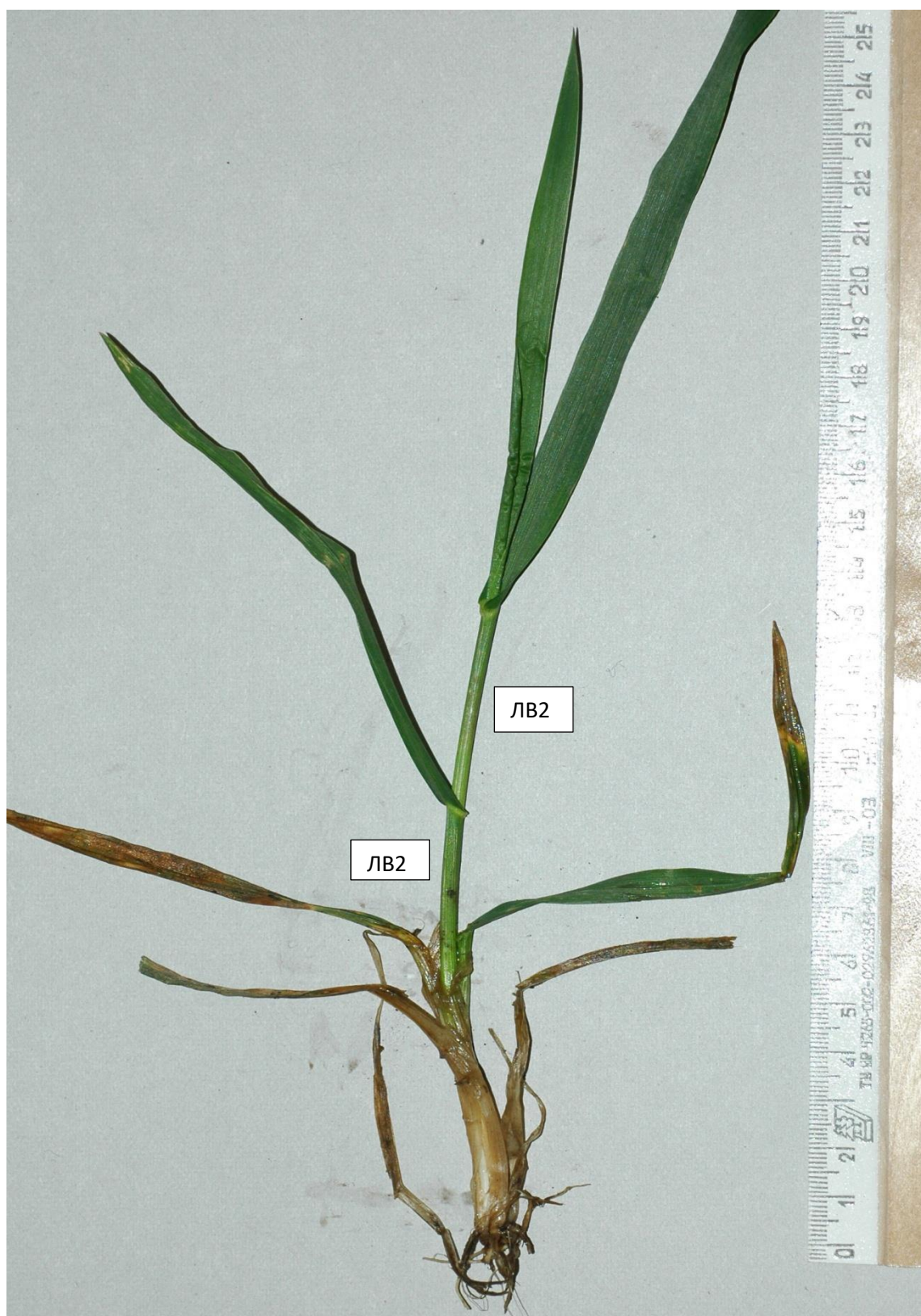


Рис.6. Побег пшеницы. Вторая фаза выхода в трубку. Листовые влагалища двух последних сформированных листьев (ЛВ1 и ЛВ2) существенно выдвинуты над влагалищами узловых листьев и раздвинуты между собой.

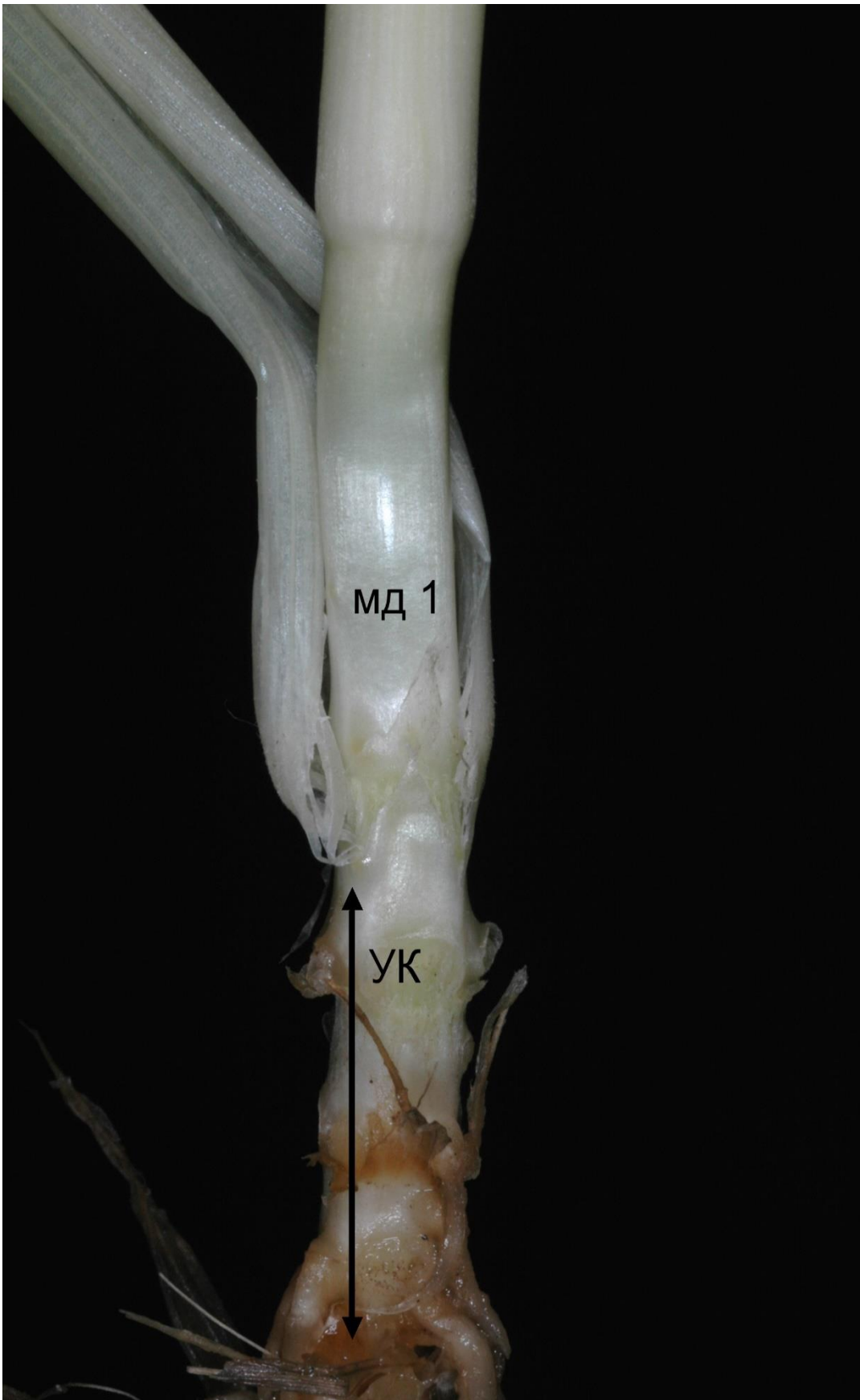


Рис.7. Побег пшеницы. Выход в трубку. Удлинение первого междоузлия (мд 1) над узлом кущения (ук). Препарирование – Козлечков Г.А., фотоснимок – Артохин К.С.

Таблица 5.

Состояние конуса нарастания побегов озимых пшениц и тритикале в период начала выхода в трубку. 19-20 апреля 2003г.

Сорта	Число цветков		Длина МД, мм		Структура побегов
	в ТК	в НДК	1-го	2-го	
Тарасовская ост.	3	6	14	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Престиж	2	5	15	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Росинка тарас-я	2	5	38	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Зерноградка 8	4	6	6	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Донская безост-я	3	6	32	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Дар Зернограда	4	6	20	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Дон 95	2	5	11	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Станичная	3	6	28	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Памяти Калиненко	3	5	14	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Победа 50	3	5	27	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Купава	3	5	11	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Зимородок	2	5	22	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Лира	3	6	11	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Селянка	2	6	7	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Княжна	1	2	6	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Краснодарская 99	1	3	16	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Озимые тритикале					
Тарасовский юб-й	2	6	15	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Союз	1	5	8	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Корнет	2	7	12	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Каприз	3	7	15	5	X+4+КМ, X+5+КМ
21 072	2	6	37	5	X+4+КМ, X+5+КМ
21 019	3	7	13	5	X+4+КМ, X+5+КМ
21 005	2	6	35	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Дон	3	6	23	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Кентавр	3	7	15	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Водолей	2	6	17	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Авангард	1	4	8	5	X+4+КМ, X+5+КМ

Примечание: ТК – терминальный колосок, НДК – наиболее дифференцированный колосок в формирующемся колосе.

Таблица 6.

Состояние конуса нарастания побегов озимых пшениц и тритикале в период начала выхода в трубку. 19-20 апреля 2003г.

Сорта	Число цветков		Длина МД, мм		Структура побегов
	в ТК	в НДК	1-го	2-го	
Тарасовская ост.	3	6	14	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Престиж	2	5	15	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Росинка тарас-я	2	5	38	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Зерноградка 8	4	6	6	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Донская безост-я	3	6	32	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Дар Зернограда	4	6	20	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Дон 95	2	5	11	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Станичная	3	6	28	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Памяти Калиненко	3	5	14	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Победа 50	3	5	27	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Купава	3	5	11	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Зимородок	2	5	22	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Лира	3	6	11	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Селянка	2	6	7	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Княжна	1	2	6	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Краснодарская 99	1	3	16	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Озимые тритикале					
Тарасовский юб-й	2	6	15	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Союз	1	5	8	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Корнет	2	7	12	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Каприз	3	7	15	5	X+4+КМ, X+5+КМ
21 072	2	6	37	5	X+4+КМ, X+5+КМ
21 019	3	7	13	5	X+4+КМ, X+5+КМ
21 005	2	6	35	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Дон	3	6	23	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Кентавр	3	7	15	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Водолей	2	6	17	5	X+4+КМ, X+5+КМ
Авангард	1	4	8	5	X+4+КМ, X+5+КМ

Примечание : ТК – терминальный колосок, НДК – наиболее дифференцированный колосок в формирующемся колосе.

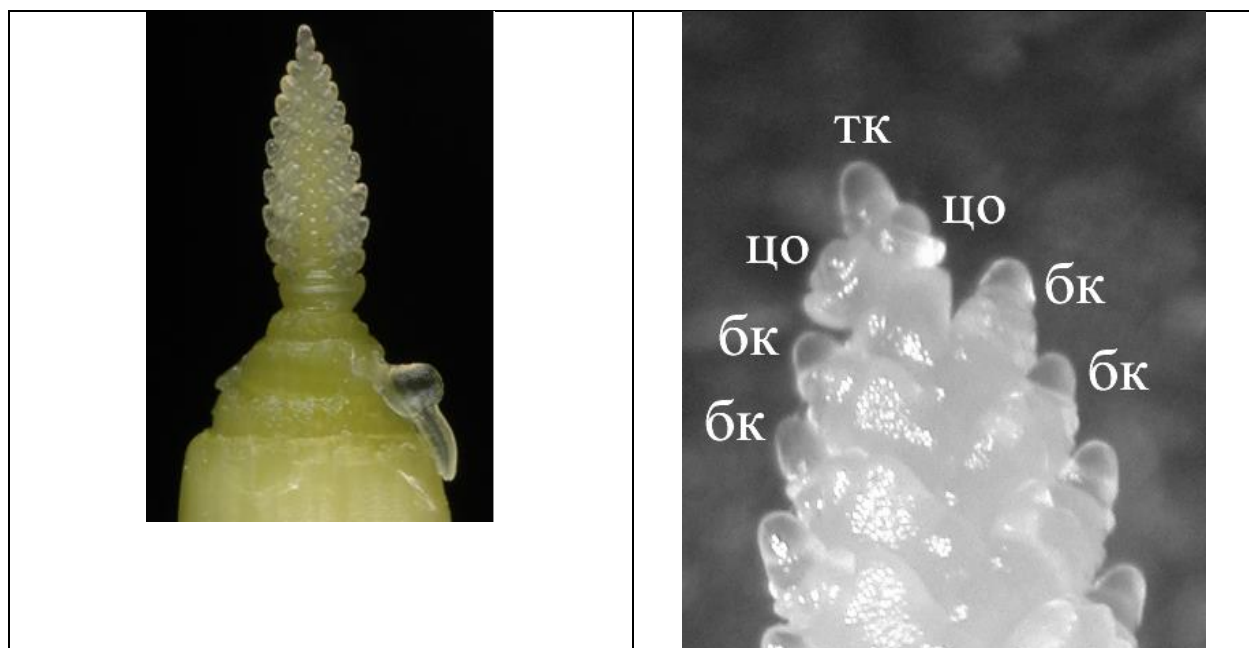


Рис. 8. **Левый снимок:** зачаточный колос побега в первой фазе выхода в трубку. Заложено уже 14—15 зачатков колосков. В наиболее дифференцированных из них есть уже цветковые оси (цо).

Правый снимок: зачаточный колос побега во вторую фазу выхода в трубку. Заложен зачаток терминального колоска (тк) с двумя зачатками цветковых осей (цо). Заложение зачатков колосков окончено.

Сопоставление признака начала образования зачатка терминального колоска и общего числа его листьев у растений пшениц различных видов показало, что между этими явлениями имеет место тесная коррелятивная связь (табл. 7, 8, 9). Это позволило отразить ростовую формообразовательную работу конуса нарастания побегов с различным общим числом листьев по морфофазам от начала и по окончании заложения зачатков колосков (табл.10).

От морфофазы начала образования терминального колоска (**▲ тк**) и далее по морфофазы предколошения $n-0$ и $n-0^1$ включительно конус нарастания закладывает и формирует зачатки цветков. Упорядоченный характер заложения зачатков колосков и цветков во времени (по морфофазам) показан на рисунках 9 и 10.

Таблица 7

Зависимость возраста побега (Y), в котором оканчивается заложение зачатков колосков колоса, от общего числа его листьев (X) у растений мягкой, твердой и полбяных пшениц, выращенных зимой в сосудах на обыкновенном черноземе

Y												X	
Морфофазы побега и их порядковые номера	22	10-2											
	21	9-2											
	20	9-1											
	19	8-2											
	18	8-1						11					
	17	7-2											
	16	7-1						13					
	15	6-2											
	14	6-1				8	1						
	13	5-2											
	12	5-1			17		$Y=2x-4.07$						
	11	4-2			1		$r=0.991+0.0$						
	10	4-1											
9	3-2												
		6	7	8	9	10	11	12	13	14			
		Общее число листьев главного побега											

Примечание. При возрастании общего числа листьев побега (X) соответственно возрастают и порядковые номера морфофаз (Y), в которые заканчивается закладка зачатков колосков. Полученная экспериментальная связь имеет вид: $Y=2x-4.07$ $r=0.991+0.0$. Счет порядковых номеров начинается с первой морфофазы 0-кл (фаза прорастания).

Таблица 9

Зависимость возраста побега (Y), в котором оканчивается заложение зачатков колосков колоса, от общего числа его листьев (X). Проверочные экспериментальные данные 1988–2002 гг.

Y														X	
26	12-1														4
25	11-2														
24	11-1											2			
23	10-2									2	2				
22	10-1									18					
21	9-2									1					
20	9-1									10	1				
19	8-2							2	3						
18	8-1						1	29	2						
17	7-2						3	1							
16	7-1							40	1						
15	6-2						6	2							
14	6-1						49	7							
13	5-2					15	3								
12	5-1					76	2		Y=1.95X-3.59 R²=0.97 n=321						
11	4-2			5	7										
10	4-1			21	3										
9	3-2														
8	3-1		3												
7	2-2														
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	X		

Общее число листьев главного побега

Таблица 10

Длительность и границы периодов вегетативного (●, ● КМ), периода заложения зачатков колосков (▲), выхода в трубку (▲ ТК) у растений пшениц с различным общим числом листьев их главного побега.

Последовательные морфофазы побега и их порядковые номера	У	28							12-кс
	27								12-0'
	26							11-кс	12-0
	25							11-0'	11-1'
	24					10-кс	11-0		11-1
	23					10-0'	10-1'		10-2
	22				9-кс	10-0	10-1		10-1
	21				9-0'	9-1'	9-2		9-2
	20			8-кс	9-0	9-1	9-2		■ 9-1 ▲ ТК
	19			8-0'	8-1'	8-2	8-2		■ 8-2 ▲
	18		7-кс	8-0	8-1	8-1	■ 8-1 ▲ ТК		8-1 ▲
	17		7-0'	7-1'	7-2	7-2	■ 7-2 ▲		7-2 ▲
	16	6-кс	7-0	7-1	7-1	■ 7-1 ▲ ТК	7-1 ▲		7-1 ▲
	15	6-0'	6-1'	6-2	6-2	■ 6-2 ▲	6-2 ▲		6-2 ▲
	14	6-0	6-1	6-1	■ 6-1 ▲ ТК	6-1 ▲	6-1 ▲		6-1 ▲
	13	5-1'	5-2	5-2	■ 5-2 ▲	5-2 ▲	5-2 ▲		5-2 ▲
	12	5-1	5-1	■ 5-1 ▲ ТК	5-1 ▲	5-1 ▲	5-1 ▲		5-1 ▲
	11	4-2	4-2	■ 4-2 ▲	4-2 ▲	4-2 ▲	4-2 ▲		4-2 ▲
	10	4-1	■ 4-1 ▲ ТК	4-1 ▲	4-1 ▲	4-1 ▲	4-1 ▲		● 4-1 КМ
	9	3-2	■ 3-2 ▲	3-2 ▲	3-2 ▲	3-2 ▲	● 3-2 КМ		● 3-2
	8	■ 3-1 ▲ ТК	3-1 ▲	3-1 ▲	3-1 ▲	● 3-1 КМ	● 3-1		● 3-1
	7	■ 2-2 ▲	2-2 ▲	2-2 ▲	● 2-2 КМ	● 2-2	● 2-2		● 2-2
	6	2-1 ▲	2-1 ▲	● 2-1 КМ	● 2-1	● 2-1	● 2-1		● 2-1
	5	1-2 ▲	● 1-2 КМ	● 1-2	● 1-2	● 1-2	● 1-2		● 1-2
	4	● 1-1 КМ	● 1-1	● 1-1	● 1-1	● 1-1	● 1-1		● 1-1
	3	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2		● кл-2
	2	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1		● кл-1
	1	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл		● 0-кл
	6	7	8	9	10	11	12	Х	

Число листьев побега

Увеличение общего числа листьев побега упорядоченно увеличивает время его выхода в трубку и начала образования терминального колоска (▲ ТК).

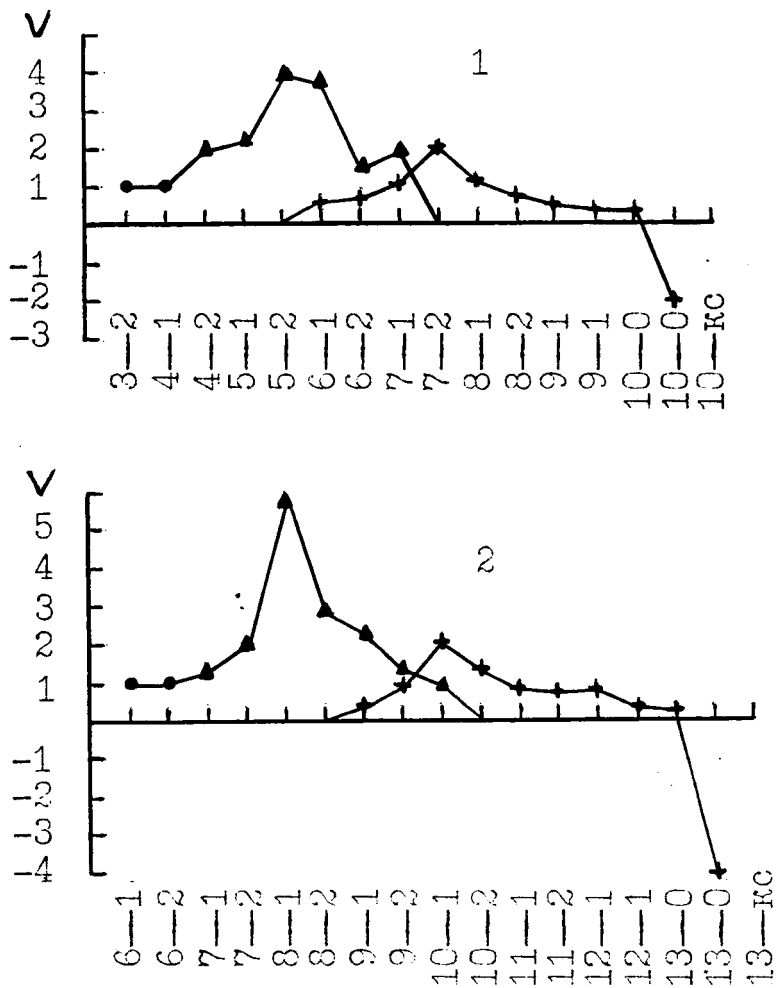
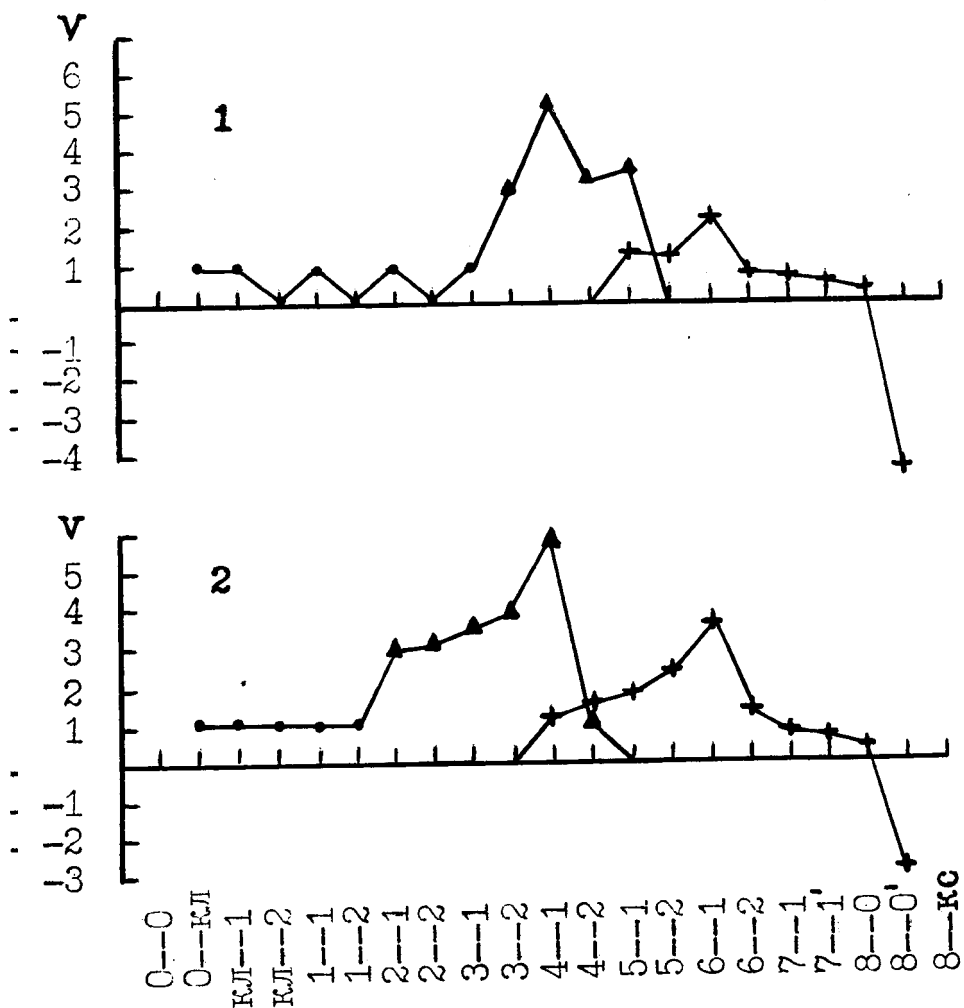


Рис.9. Изменение скорости (V) заложения конусом нарастания главного побега *T. aestivum* озимого сорта Мироновская юбилейная зачатков фитомеров (●), колосков (▲) и цветков (+) в онтогенезе.

1 – прояровизировавшиеся в естественных условиях поля растения далее с середины декабря доращивались в теплице при естественном освещении

2 – растения выращивались в условиях поля



Морфофазы побега

Рис.10. Изменение скорости (V) заложения конусом нарастания главного побега *T.urartu* (1) и *T.aestivum* (2) зачатков листьев (●), колосков (▲) и цветков (+) в онтогенезе по морфофазам.

Кривые скорости заложения зачатков колосков и цветков имеют характерный одновершинный двускатный вид. Окончание заложения зачатков цветков совмещается во времени с началом заложения зачатков цветков. Процесс заложения зачатков репродуктивных элементов на конусе протекает непрерывно. Характерный вид кривых устойчив и сохраняется в различных условиях выращивания.



Итоговое общее число заложённых колосков в колосе обусловлено числом их зачатков, закладываемых за одну морфофазу (величина скорости), и длительностью периода заложения (число морфофаз). Максимальное число заложённых цветков в колосках колоса наблюдается в предколосение, в морфофазу $n-0$. В следующую смежную морфофазу $n-0^1$ происходит спонтанное отмирание(сброс) части зачатков, заложённых последними, а потому наименее развитыми (рис. 12). Отмирание зачатков цветков фиксируется по потере тургора клеток, их помутнению, сморщиванию и слипанию тканей тычинок и завязи. Наши исследования показали, что время начала отмирания (сброса) жестко привязано к возрасту побега и находится под его контролем (13). Отмирание начинается только в морфофазу $n-0^1$ и не ранее, когда растущий колос выдвигается в верхнюю уже вздутую половину трубки флагового листа. Отмирание происходит при выращивании в существенно различных условиях среды у всех видов пшениц и их дикорастущих предков и имеет статус закономерности (табл.9, 10).

Выявленные закономерности показали, что величина последовательных периодов заложения зачатков листьев, зачатков колосков, зачатков цветков и



n—0

n—0¹

Рис. 12. Фенофаза предколошения состоит из двух смежных морфофаз:

n—0 (колос находится в основании трубки флагового листа, все его цветки живы) и n—0¹ (колос уже выдвинут в верхнюю вздутую половину трубки). Отмирание (сброс) цветков начинается в морфофазу n—0¹ и происходит только в закрытых колосках (колосковая чешуя равна или длиннее оси колоска и потому целиком скрывают зачатки цветков).

Таблица 9

Отмирание цветков в предколошение у растений пшениц и эгилопсов, выращенных в сосудах на почвенно-песчаном (1:6) субстрате с внесением азота 0.05 (вариант 1), 0.10 (вариант 2), 0.20 (вариант 3) и 0.40 (вариант 4) на общем фоне $P_{0.20} K_{0.25}$.

Виды пшениц и эгилопсов	Плоидность	Геномный состав	Варианты	Среднее число цветков в колосках колоса		% редукции цветков
				Предколошение		
				Морфофаза $n - 0$	Морфофаза $n - 0'$	
				Заложилось	Осталось в живых	
T.urartu 363	2n 14	A ^u	1	5.8	1.6	72.4
			2	6.0	1.6	73.3
			3	6.0	1.7	71.7
			4	5.8	1.4	75.9
T.boeoticum 40118	2n 14	A ^b	1	6.6	1.4	78.9
			2	5.9	1.3	78.2
			3	6.5	1.5	77.1
			4	6.0	1.5	75.1
A.longissima 191	2n 14	B	1	6.4	2.3	64.1
			2	6.4	2.1	67.2
			3	6.9	2.1	69.6
			4	6.2	1.8	71.0
A.tauschii 109	2n 14	D	1	6.0	2.2	63.3
			2	6.0	2.2	63.3
			3	6.0	2.0	66.6
			4	6.2	2.0	67.8
A.speltoides 002	2n 14	G	1	7.4	1.9	74.3
			2	7.2	1.7	76.4
			3	7.4	2.4	67.6
			4	7.3	1.7	76.4
T.timopheevii 38555	4n 28	A ^b G	1	5.4	1.4	74.1
			2	5.7	1.3	77.2
			3	5.8	1.3	77.6
			4	5.8	1.2	79.3
T.kiharae 47897	6n 42	A ^b GD	1	5.2	1.3	75.0
			2	5.2	1.4	73.1
			3	5.4	1.2	79.8
			4	5.4	1.4	74.1
T.durum 31526	4n 28	A ^u B	1	6.4	1.9	70.3
			2	6.0	2.5	58.3
			3	6.4	2.2	65.6
			4	6.4	2.2	65.6
T.aestivum 48762	6n 42	A ^u BD	1	6.7	1.9	71.7
			2	6.6	2.0	69.7
			3	6.9	2.1	69.6
			4	6.4	2.3	64.1

Таблица 10

Время начала отмирания цветков в колосках колоса у различных видов пшениц. Выращивание в условиях поля на черноземе обыкновенном.

Виды пшениц	Предколошение		Колошение
	Максимальное число цветков в колосках колоса в морфофазы побега:		
	n—0	n--0 ¹	n—кс
Пшеницы геномного состава A ^u BD			
<i>T.aestivum</i>	7—8	4—5	4—5
<i>T.compactum</i>	7—8	4—5	4
<i>T.sphaerococcum</i>	7—8	3—4	3—4
<i>T.spelta</i>	6—8	3—4	3
<i>T.petropavlovskiy</i>	6—7	3	3
<i>T.macha</i>	7—8	4	2
<i>T.vavilovii</i>	7—8	4	2—3
Пшеницы геномного состава A ^u B			
<i>T.durum</i>	6—7	3—4	3—4
<i>T.turgidum</i>	8—9	4—5	4
<i>T.dicoccum</i>	6—7	2—3	2—3
<i>T.dicoccoides</i>	6	2—3	2
<i>T.ispahanicum</i>	5—6	2	2
<i>T.persicum</i>	7	4	3—4
<i>T.aethiopicum</i>	6	3	3
Пшеницы, содержащие геномы A ^b , G, D			
<i>T.boeoticum</i>	6	1—2	1—2
<i>T.timopheevii</i>	6—7	2	2
<i>T.kiharae</i>	6	2—3	2—3
<i>T.zhukovskiy</i>	6	2	2
<i>T.timonovum</i>	7	2	2

Примечание.

n – последний (флаговый) лист побега

кс – индекс колоса

n—0: морфофаза побега с завершившим рост флаговым листом. Колос находится в нижней половине влагалищной трубки флагового листа, все его цветки живы.

n—0¹: морфофаза побега непосредственно перед колошением. Колос располагается уже в верхней вздутой части влагалищной трубки флагового листа.

n--кс – морфофаза побега, совпадающая с фазой колошения

число соответствующих этим периодам морфофаз у побега с конкретным общим числом листьев связаны друг с другом. Жизнь главного побега растения пшеницы от всхода (морфофаза 0–кл, шильце) по колошение подразделяется на периоды заложения конусом нарастания зачатков листьев, зачатков колосков, зачатков цветков и соответствующие этим периодам морфофазы. Исследования показали, что для побега с конкретным общим числом листьев длительность этих периодов, измеряемая числом соответствующих морфофаз, строго индивидуальна. При увеличении общего числа листьев у побегов возрастает длительность периодов заложения зачатков листьев и колосков, а границы самих периодов упорядоченно (а не произвольно) сдвигаются в сторону увеличения. Выявленные упорядоченные связи между характером работы конуса нарастания побега по заложению зачатков листьев, зачатков колосков, зачатков цветков и соответствующими этим периодам его морфофазами позволили построить единую шкалу морфофаз роста и развития пшеницы для побегов с различным общим числом листьев (табл.11). Такая шкала морфофаз представляет по своей сути биологическое корреляционное поле, где по оси X отражается изменяющееся общее число листьев побега, а по оси Y – изменяющиеся в зависимости от этого моменты времени (морфофазы), в которые происходят явления начала и окончания заложения зачатков листьев, колосков, цветков. На шкале получили наглядное (индексное) отражение наиболее важные периоды в жизнедеятельности побега от прорастания по колошение, имеющие статус закономерности. При увеличении общего числа листьев побега, на базе которых реализуется его индивидуальная жизнь, упорядоченно (а не произвольно) возрастает число его морфофаз (Y_{mf}): $Y_{mf}=2X+4$, где X – число листьев побега. Упорядоченно возрастает величина периода заложения зачатков листьев (Y_{zl}): $Y_{zl}=X-2$, где X – число листьев побега. Упорядоченно возрастает величина периода заложения зачатков колосков (Y_{kk}): $Y_{kk}=X-2$, где X – число листьев побега. Для побега с конкретным общим числом листьев эти

два периода являются ограниченными по величине (по числу морфофаз) и равными друг другу.

Шкала морфофаз роста и развития побега пшеницы

Таблица 11

Длительность и границы периодов вегетативного (●, ● км), периода заложения зачатков колосков (▲), выхода в трубку (▲ тк), цветков(■) и времени начала отмирания их части в предколосшение (◆ цо) у растений пшениц с различным общим числом листьев их главного побега.

У	28							12-кc
	27							12-0' ◆ цо
	26						11-кc	■ 12-0
	25						11-0' ◆ цо	■ 11-1'
	24					10-кc	■ 11-0	■ 11-1
	23					10-0' ◆ цо	■ 10-1'	■ 10-2
	22				9-кc	■ 10-0	■ 10-1	■ 10-1
	21				9-0' ◆ цо	■ 9-1'	■ 9-2	■ 9-2
	20			8-кc	■ 9-0	■ 9-1	■ 9-2	■ 9-1 ▲ тк
	19			8-0' ◆ цо	■ 8-1'	■ 8-2	■ 8-2	■ 8-2 ▲
	18		7-кc	■ 8-0	■ 8-1	■ 8-1	■ 8-1 ▲ тк	8-1 ▲
	17		7-0' ◆ цо	■ 7-1'	■ 7-2	■ 7-2	■ 7-2 ▲	7-2 ▲
	16	6-кc	■ 7-0	■ 7-1	■ 7-1	■ 7-1 ▲ тк	7-1 ▲	7-1 ▲
	15	6-0' ◆ цо	■ 6-1'	■ 6-2	■ 6-2	■ 6-2 ▲	6-2 ▲	6-2 ▲
	14	■ 6-0	■ 6-1	■ 6-1	■ 6-1 ▲ тк	6-1 ▲	6-1 ▲	6-1 ▲
	13	■ 5-1'	■ 5-2	■ 5-2	■ 5-2 ▲	5-2 ▲	5-2 ▲	5-2 ▲
	12	■ 5-1	■ 5-1	■ 5-1 ▲ тк	5-1 ▲	5-1 ▲	5-1 ▲	5-1 ▲
	11	■ 4-2	■ 4-2	■ 4-2 ▲	4-2 ▲	4-2 ▲	4-2 ▲	4-2 ▲
	10	■ 4-1	■ 4-1 ▲ тк	4-1 ▲	4-1 ▲	4-1 ▲	4-1 ▲	● 4-1 км
	9	■ 3-2	■ 3-2 ▲	3-2 ▲	3-2 ▲	3-2 ▲	● 3-2 км	● 3-2
	8	■ 3-1 ▲ тк	3-1 ▲	3-1 ▲	3-1 ▲	● 3-1 км	● 3-1	● 3-1
	7	■ 2-2 ▲	2-2 ▲	2-2 ▲	● 2-2 км	● 2-2	● 2-2	● 2-2
	6	2-1 ▲	2-1 ▲	● 2-1 км	● 2-1	● 2-1	● 2-1	● 2-1
	5	1-2 ▲	● 1-2 км	● 1-2	● 1-2	● 1-2	● 1-2	● 1-2
	4	● 1-1 км	● 1-1	● 1-1	● 1-1	● 1-1	● 1-1	● 1-1
	3	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2	● кл-2
	2	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1	● кл-1
	1	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл	● 0-кл
	6	7	8	9	10	11	12	X

Число листьев главного побега

На шкале морфофаз можно видеть, что при увеличении общего числа листьев побега упорядоченно увеличивается время перехода в репродуктивный период, начала образования терминального колоска и выхода в трубку, и время начала отмирания(сброса) цветков. Можно видеть также, что независимо от общего числа листьев побега, на заложение зачатков цветков и формирование двух последних морфофаз $n - o^1$ и $n - kc$ отводится одинаковое число (8) морфофаз. Из этих восьми морфофаз на заложение зачатков цветков приходится 6, поскольку в морфофазу $n - o^1$ уже происходит спонтанное отмирание части наименее развитых из них. Цветки является последней структурой, необходимой для порождения жизнеспособных семязачатков (зерновок) для продолжения поколений. Поэтому их образование должно быть гарантированно обеспечено в различных изменчивых условиях среды у побегов с различным общим числом листьев.

Закономерности морфогенеза, положенные в основу шкалы морфофаз, позволили разработку ботанических паспортов для сортов, разновидностей различных видов пшениц, которые дополнены необходимой информацией по скорости заложения зачатков листьев, колосков, цветков во времени (по морфофазам) и по закономерности кущения (табл. 12—19).

Заключение

Морфогенетические исследования, проведенные в биологическом времени на структурных уровнях растения, побега, фитомера (листа, прикрепленного к верхней части междоузлия) и эмбриональных зачатков колосков и цветков, показали, что растение пшеницы имеет системную природу. В ней в едином ростовом формообразовательном временном ритме, выражаемом закономерной последовательностью дискретных морфологических состояний (морфофаз) последовательно и упорядоченно закладываются зачатки листьев, колосков и цветков. Их последующий рост в составе побега до конечных размеров и формы протекает строго согласованно и соразмерно по отношению друг друга. Именно эта согласованность необходима для построения своего конечного состояния, обеспечивающего побегу возможность образования жизнеспособных семязачатков (зерновок) для продолжения цепи поколений. Упорядоченная согласованность, имеющая статус закономерности, позволяет отразить жизнь растения пшеницы в виде шкалы морфофаз роста и развития,

обладающей существенно новыми информационными возможностями для прикладных и теоретических целей.

Таблица 12. Ботанический паспорт морфотипа растения пшеницы с 7-ю листьями главного побега

Главный побег				Боковые побеги 1 порядка			
Скорость заложения зачатков (V)		№ п.	Морфо-фазы	1	2	3	4
				6—кс	5—кс	4—кс	3—кс
		18	7—кс	6—0 ¹	5—0 ¹	4—0 ¹	3—0 ¹
		17	7—0 ¹ ◆	6—0	5—0	4—0	3—0
	■	16	7—0■	5—1 ¹	4—1 ¹	3— ¹	2— ¹
	■	15	6—1 ¹ ◆	5—1	4—1	3—1	2—1
■	V>1	14	6—1■	4—2	3—2	2—2	1—2
■		13	5—2■	4—1	3—1	2—1	1—1
■		12	5—1■	3—2	2—2	1—2	пл—2
■		11	4—2■	3—1	2—1	1—1	пл—1
	■	▲	10	4—1▲тк	2—2	1—2	пл—2
	▲	■	9	3—2▲т	2—1	1—1	пл—1
	▲	V>1	8	3—1▲	1—2	пл—2	
▲	7		2—2▲	1—1	пл—1		
▲	6		2—1▲	пл—2			
	▲	●	5	●1—2км	пл—1		
	V=1	●	4	●1—1			
		●	3	●кл—2			
		●	2	●кл—1			
		●	1	●0—кл			

Примечание:

● — время заложения зачатков листьев

▲ — время заложения зачатков колосков

▲ тк — время выхода в трубку и образования терминального колоска

■ — время заложения зачатков цветков

◆ -- время начала сброса части цветков в колосках колоса

кл— индекс coleoptile, пл—индекс предлиста бокового побега,

кс—индекс колоса, п — порядковый номер флагового листа

0—кл, кл—1, кл—2, 1—1, 1—2 ... 5—1, 5—2 ... 7—кс —последовательность морфофаз главного побега от прорастания по колошение, в которой для каждой морфофазы в левой позиции указано число окончивших рост, а в правой — еще растущих органов (coleoptile, листья, колос). 6, 5, 4 — флаговые листья боковых побегов.

Таблица 13. Ботанический паспорт морфотипа растения пшеницы с 8-ю листьями главного побега

Главный побег				Боковые побеги 1 порядка			
Скорость заложения зачатков (V)		№ п.	Морфо-фазы	1	2	3	4
				7—кс	6—кс	5—кс	4—кс
		20	8—кс	7—0¹	6—0¹	5—0¹	4—0¹
	■	19	8—0¹◆	7—0	6—0	5—0	4—0
	■	18	8—0■	6—1 ¹	5—1 ¹	4—1 ¹	3—1 ¹
	■	17	7—1 ¹ ■	6—1	5—1	4—1	3—1
■		16	7—1■	5—2	4—2	3—2	2—2
■		15	6—2■	5—1	4—1	3—1	2—1
■		14	6—1■	4—2	3—2	2—2	1—2
	■	13	5—2■	4—1	3—1	2—1	1—1
	■	▲	5—1▲тк	3—2	2—2	1—2	пл-2
	▲	■	4—2▲т	3—1	2—1	1—1	пл-1
	▲		4—1▲	2—2	1—2	пл-2	
▲		9	3—2▲	2—1	1—1	пл-1	
▲		8	3—1▲	1—2	пл-2		
	▲	7	2—2▲	1—1	пл-1		
	▲	●	6 ●2—1 км	пл-2			
		●	5 ●1—2	пл-1			
		●	4 ●1—1				
		●	3 ●кл-2				
		●	2 ●кл-1				
		●	1 ●0-кл				

Примечание:

- — время заложения зачатков листьев
 - ▲ — время заложения зачатков колосков
 - ▲тк — время выхода в трубку и образования терминального колоска
 - — время заложения зачатков цветков
 - ◆ -- время начала сброса части цветков в колосках колоса
- кл— индекс колеоптиле, пл—индекс предлиста бокового побега,
 кс—индекс колоса, n – порядковый номер флагового листа
 0—кл, кл—1, кл—2, 1—1, 1—2 ... 5—1, 5—2 ... 8—кс —последовательность морфофаз главного побега от прорастания по колошение, в которой для каждой морфофазы в левой позиции указано число окончивших рост, а в правой — еще растущих органов (колеоптиле, листья, колос). 7, 6, 5, 4 – флаговые листья боковых побегов.

Таблица 14. Ботанический паспорт морфотипа растения пшеницы с 9-ю листьями главного побега

Главный побег				Боковые побеги 1 порядка			
Скорость заложения зачатков (V)		№ п.	Морфо-фазы	1	2	3	4
				8-кс	7-кс	6-кс	5-кс
		22	9-кс	8—0¹	7—0¹	6—0¹	5—0¹
		21	9—0¹ ♦	8—0	7—0	6—0	5—0
		20	9—0 ■	7—1 ¹	6—1 ¹	5—1 ¹	4—1 ¹
	■	19	8—1 ¹ ■	7—1	6—1	5—1	4—1
	■	18	8—1 ■	6—2	5—2	4—2	3—2
■		V>1	17	7—2 ■	6—1	5—1	4—1
■			16	7—1 ■	5—2	4—2	3—2
	■		15	6—2 ■	5—1	4—1	3—1
	■	▲	14	6—1 ▲ ТК	4—2	3—2	2—2
	▲	■	13	5—2 ▲ Т	4—1	3—1	2—1
	▲	V>1	12	5—1 ▲ Т	3—2	2—2	1—2
▲			11	4—2 ▲	3—1	2—1	1—1
▲			10	4—1 ▲	2—2	1—2	пл-2
▲			9	3—2 ▲	2—1	1—1	пл-1
	▲		8	3—1 ▲	1—2	пл-2	
		▲	●	7	●2—2 км	1—1	пл-1
		V=1	●	6	●2—1	пл-2	
			●	5	●1—2	пл-1	
			●	4	●1—1		
			●	3	●кл-2		
			●	2	●кл-1		
			●	1	●0-кл		

Примечание:

- — время заложения зачатков листьев
 - ▲ — время заложения зачатков колосков
 - ▲ ТК — время выхода в трубку и образования терминального колоска
 - — время заложения зачатков цветков
 - ♦ -- время начала сброса части цветков в колосках колоса
- кл— индекс колеоптиле, пл—индекс предлиста бокового побега, кс—индекс колоса,
 0—кл, кл—1, кл—2, 1—1, 1—2 ... 5—1, 5—2 ... 9—кс —последовательность морфофаз побега от прорастания по колошение, в которой для каждой морфофазы в левой позиции указано число окончивших рост, а в правой — еще растущих органов (колеоптиле, листья, колос). 8,7, 6,5 – флаговые листья боковых побегов.

Таблица 15. Ботанический паспорт морфотипа растения пшеницы с 10-ю листьями главного побега

Главный побег				Боковые побеги 1-го порядка					
Скорость заложения зачатков (V)		№ п.	Морфо-фазы	1	2	3	4		
				9—кс	8—кс	7—кс	6—кс		
		24	10—кс	9—0 ¹	8—0 ¹	7—0 ¹	6—0 ¹		
		23	10—0 ¹ ◆	9—0	8—0	7—0	6—0		
		■	22	10—0 ■	8—1 ¹	7—1 ¹	6—1 ¹	5—1 ¹	
		■	21	9—1 ¹ ■	8—1	7—1	6—1	5—1	
	■	V>1	20	9—1 ■	7—2	6—2	5—2	4—2	
■			19	8—2 ■	7—1	6—1	5—1	4—1	
■			18	8—1 ■	6—2	5—2	4—2	3—2	
	■		17	7—2 ■	6—1	5—1	4—1	3—1	
		■	▲	16	7—1▲ тк	5—2	4—2	3—2	2—2
		▲	■	15	6—2▲	5—1	4—1	3—1	2—1
	▲	V>1		14	6—1▲	4—2	3—2	2—2	1—2
▲			13	5—2▲	4—1	3—1	2—1	1—1	
▲			12	5—1▲	3—2	2—2	1—2	пл-2	
▲			11	4—2▲	3—1	2—1	1—1	пл-1	
	▲		10	4—1▲	2—2	1—2	пл—2		
		▲		9	3—2▲	2—1	1—1	пл—1	
		V=1	●	8	●3—1км	1—2	пл-2		
			●	7	●2—2	1—1	пл-1		
			●	6	●2—1	пл-2			
			●	5	●1—2	пл-1			
			●	4	●1—1				
			●	3	●кл-2				
			●	2	●кл-1				
			●	1	●0-кл				

Примечание:

- — время заложения зачатков листьев
- ▲ — время заложения зачатков колосков
- ▲**тк** — время выхода в трубку и образования терминального колоска
- — время заложения зачатков цветков
- ◆ — время начала сброса части цветков в колосках колоса
- кл — индекс колеоптиле, пл — индекс предлиста бокового побега, кс — индекс колоса, n — порядковый номер флагового листа
- 0 — кл, кл—1, кл—2, 1—1, 1—2 ... 5—1, 5—2 ... 10—кс — последовательность морфофаз побега от прорастания по колошение, в которой для каждой морфофазы в левой позиции указано число окончивших рост, а в правой — еще растущих органов (колеоптиле, листья, колос). 9, 8, 7, 6 — флаговые листья боковых побегов.

Таблица 16. Ботанический паспорт морфотипа растения пшеницы с 11-ю листьями главного побега

Главный побег				Боковые побеги 1-го порядка			
Скорость заложения зачатков (V)	№ п.	Морфо-фазы					
			1	2	3	4	
			10--кс	9—кс	8—кс	7—кс	
	26	11—кс	10-0 ¹ ◆	8—0 ¹ ◆	8-0 ¹ ◆	7-0 ¹ ◆	
	25	11—0 ¹ ◆	10—0	9—0	8—0	7—0	
	24	11—0	9—1 ¹	8—1 ¹	7—1 ¹	6—1 ¹	
	23	10—1 ¹ ◆	9—1	8—1	7—1	6—1	
	22	10—1 ■	8—2	7—2	6—2	5—2	
■	21	9—2 ■	8—1	7—1	6—1	5—1	
■	20	9—1 ■	7—2	6—2	5—2	4—2	
■	19	8—2 ■	7—1	6—1	5—1	4—1	
	18	8—1 ■	6—2	5—2	4—2	3—2	
	17	7—2 ▲ тк	6—1	5—1	4—1	3—1	
	16	7—1 ▲	5—2	4—2	3—2	2—2	
	15	6—2 ▲	5—1	4—1	3—1	2—1	
▲	14	6—1 ▲	4—2	3—2	2—2	1—2	
▲	13	5—2 ▲	4—1	3—1	2—1	1—1	
▲	12	5—1 ▲	3—2	2—2	1—2	пл-2	
▲	11	4—2 ▲	3—1	2—1	1—1	пл-1	
	10	4—1 ▲	2—2	1—2	пл—2		
	9	●3—2км	2—1	1—1	пл—1		
	8	●3—1	1—2	пл-2			
	7	●2—2	1—1	пл-1			
	6	●2—1	пл-2				
	5	●1—2	пл-1				
	4	●1—1					
	3	●кл-2					
	2	●кл-1					
	1	●0-кл					

Примечание:

- — время заложения зачатков листьев
- ▲ — время заложения зачатков колосков
- ▲**тк**- время выхода в трубку и образования терминального колоска
- — время заложения зачатков цветков
- ◆ — время начала сброса части цветков в колосках колоса
- кл — индекс колеоптиле, пл — индекс предлиста бокового побега, кс — индекс колоса, 11 — порядковый номер флагового листа главного побега.

Таблица 17. Ботанический паспорт морфотипа растения пшеницы с 12-ю листьями главного побега

Главный побег				Боковые побеги 1-го порядка			
Скорость заложения зачатков (V)		№ п.	Морфо-фазы	1	2	3	4
				11—кc	10—кc	9—кc	8—кc
		28	12—кc	11—0 ¹ ◆	10—0 ¹ ◆	9—0 ¹ ◆	8—0 ¹ ◆
		27	12—0¹◆	11—0	10—0	9—0	8—0
		■	26	12—0 ■	10—1 ¹	9—1 ¹	8—1 ¹
		■	25	11—1 ¹ ■	10—1	9—1	8—1
	■	V>1	24	11—1 ■	9—2	8—2	7—2
■			23	10—2 ■	9—1	8—1	7—1
■			22	10—1 ■	8—2	7—2	6—2
	■		21	9—2 ■	8—1	7—1	6—1
		■	▲	20	9—1 ▲ ТК	7—2	6—2
		▲	■	19	8—2 ▲	7—1	6—1
	▲	V>1		18	8—1 ▲	6—2	5—2
▲				17	7—2 ▲	6—1	5—1
▲				16	7—1 ▲	5—2	4—2
▲				15	6—2 ▲	5—1	4—1
▲				14	6—1 ▲	4—2	3—2
▲				13	5—2 ▲	4—1	3—1
▲				12	5—1 ▲	3—2	2—2
	▲			11	4—2 ▲	3—1	2—1
		▲	●	10	●4—1 км	2—2	1—2
		V=1	●	9	●3—2	2—1	1—1
			●	8	●3—1	1—2	пл-2
			●	7	●2—2	1—1	пл-1
			●	6	●2—1	пл-2	
			●	5	●1—2	пл-1	
			●	4	●1—1		
			●	3	●кл-2		
			●	2	●кл-1		
			●	1	●0-кл		

Примечание:

- — время заложения зачатков листьев
- ▲ — время заложения зачатков колосков
- ▲**ТК**- время выхода в трубку и образования терминального колоска
- — время заложения зачатков цветков
- ◆ — время начала сброса части цветков в колосках колоса

Таблица 18. Ботанический паспорт морфотипа растения пшеницы с 13-ю листьями главного побега

Главный побег				Боковые побеги 1-го порядка			
Скорость заложения зачатков (V)	№ п.	Морфо-фазы		1	2	3	4
				12—кс	11—кс	10—кс	9—кс
	30	13—кс		12—0 ¹ ◆	11—0 ¹ ◆	10—0 ¹ ◆	9—0 ¹ ◆
	29	13—0 ¹ ◆		12—0	11—0	10—0	9—0
	28	13—0■	■	11—1 ¹	10—1 ¹	9—1 ¹	8—1 ¹
	27	12—1 ¹ ■	■	11—1	10—1	9—1	8—1
	26	12—1■		10—2	9—2	8—2	7—2
■	25	11—2■	V>1	10—1	9—1	8—1	7—1
■	24	11—1■		9—2	8—2	7—2	6—2
	23	10—2■		9—1	8—1	7—1	6—1
	22	10—1тк	▲	8—2	7—2	6—2	5—2
	21	9—2▲	▲	8—1	7—1	6—1	5—1
	20	9—1▲	V>1	7—2	6—2	5—2	4—2
▲	19	8—2▲		7—1	6—1	5—1	4—1
▲	18	8—1▲		6—2	5—2	4—2	3—2
▲	17	7—2▲		6—1	5—1	4—1	3—1
▲	16	7—1▲		5—2	4—2	3—2	2—2
▲	15	6—2▲		5—1	4—1	3—1	2—1
	14	6—1▲		4—2	3—2	2—2	1—2
	13	5—2▲	▲	4—1	3—1	2—1	1—1
	12	5—1▲	▲	3—2	2—2	1—2	пл-2
	11	●4—2 км	●	3—1	2—1	1—1	пл-1
	10	●4—1	●	2—2	1—2	пл—2	
	9	●3—2	●	2—1	1—1	пл—1	
	8	●3—1	●	1—2	пл-2		
	7	●2—2	●	1—1	пл-1		
	6	●2—1	●	пл-2			
	5	●1—2	●	пл-1			
	4	●1—1	●				
	3	●кл-2	●				
	2	●кл-1	●				
	1	●0-кл	●				

Примечание:

- — время заложения зачатков листьев
- ▲ — время заложения зачатков колосков
- ▲ тк- время выхода в трубку и образования терминального колоска
- — время заложения зачатков цветков
- ◆ — время начала сброса части цветков в колосках колоса

Таблица 19. Ботанический паспорт морфотипа растения пшеницы с 14-ю листьями главного побега

Главный побег				Боковые побеги 1-го порядка			
Скорость заложения зачатков (V)	№ п.	Морфо-фазы					
			1	2	3	4	
			13—кс	12—кс	11—кс	10—кс	
	32	14—кс	13—0 ¹ ♦	12—0 ¹ ♦	11—0 ¹ ♦	9—0 ¹ ♦	
	31	14—0 ¹ ♦	13—0	12—0	11—0	9—0	
	30	14—0■	12—1 ¹	11—1 ¹	10—1 ¹	9—1 ¹	
	29	13—1 ¹ ■	12—1	11—1	10—1	9—1	
	28	13—1■	11—2	10—2	9—2	8—2	
■	27	12—2■	11—1	10—1	9—1	8—1	
■	26	12—1■	10—2	9—2	8—2	7—2	
	25	11—2■	10—1	9—1	8—1	7—1	
	24	11-1 тк▲	9—2	8—2	7—2	6—2	
	23	10—2▲	9—1	8—1	7—1	6—1	
	22	10—1▲	8—2	7—2	6—2	5—2	
▲	21	9—2▲	8—1	7—1	6—1	5—1	
▲	20	9—1▲	7—2	6—2	5—2	4—2	
▲	19	8—2▲	7—1	6—1	5—1	4—1	
▲	18	8—1▲	6—2	5—2	4—2	3—2	
▲	17	7—2▲	6—1	5—1	4—1	3—1	
▲	16	7—1▲	5—2	4—2	3—2	2—2	
▲	15	6—2▲	5—1	4—1	3—1	2—1	
▲	14	6—1▲	4—2	3—2	2—2	1—2	
	13	5—2▲	4—1	3—1	2—1	1—1	
	12	●5—1 км	3—2	2—2	1—2	пл-2	
	11	●4—2	3—1	2—1	1—1	пл-1	
	10	●4—1	2—2	1—2	пл—2		
	9	●3—2	2—1	1—1	пл—1		
	8	●3—1	1—2	пл-2			
	7	●2—2	1—1	пл-1			
	6	●2—1	пл-2				
	5	●1—2	пл-1				
	4	●1—1					
	3	●кл-2					
	2	●кл-1					
	1	●0-кл					

Примечание: ● – время заложения зачатков листьев, колосков (▲), цветков (■), выход в трубку и образование терминального колоска (тк▲), время отмирания (сброса) части цветков в колосках колоса (♦).

Таблица 20. Пшеница яровая. Сопоставление возрастных состояний растений пшеницы в шкале морфофаз и цифровых кодах стадий развития.

Морфофазы побега		Фенофазы	Цифровые коды стадий развития растений			
№	Индекс		Фикес	Цадокс	Тоттман	ВВСН
20	8-кс	Колошение	10.1-10.5	50-59	51-59	51-59
19	8-0'◆	Предколоше ние	10	41-47	41-47	41-47
18	■ 8-0		10			
17	■ 7-1'	Стеблевание	9	34	34	34
16	■ 7-1		8	33 37	33 37	33 37
15	■ 6-2					
14	■ 6-1			32	32	32
13	■ 5-2		7			
12	■ 5-1▲ тк	Выход в трубку	6	31	31	31
11	■ 4-2▲ т		5	30 24	30 24	30 24
10	4-1▲	Кущение	4	14	14	14
9	3-2▲		3		23	23
8	3-1▲		3	13	13	13
7	2-2▲		3	22	22	22
6	● 2-1 км		3	12	12	12
5	● 1-2	Начало кущ- я	2	21	21	21
4	● 1-1	Предкущени е		11 20	11 20	11
3	● кл-2					
2	● кл-1	Всход	1	10	10	10
1	● 0-кл	Прорастание . Шильце	0	01-09	01-09	01-09

Примечание:

● – время заложения зачатков листьев и зачатка колосоносного междоузлия(км).

▲ — время заложения зачатков колосков. ▲ тк- время выхода в трубку и образования терминального колоска

■ — время заложения зачатков цветков

◆ -- время начала сброса части цветков в колосках колоса

кл — индекс колеоптиле, кс — индекс колоса, 0 — кл, кл — 1, кл — 2, 1 — 1, 1 — 2

... 5 — 1, 5 — 2 ... п — кс — последовательность морфофаз побега от

прорастания по колошение.

Таблица 21. Пшеница озимая. Сопоставление возрастных состояний растений пшеницы в шкале морфофаз и цифровых кодах стадий развития

Морфофазы побега		Фенофазы	Цифровые коды стадий развития растений			
№	Индекс		Фикес	Цадокс	Тоттман	ВВСН
28	12–кс	Колошение	10.1-10.5	50 59	50 59	51 59
27	12–0' ♦	Предколошение	10	39 47	41 47	39 47
26	■ 12–0			34	34	34
25	■ 11–1'	Стеблевание	8			
24	■ 11–1			33 37	33 37	33 37
23	■ 10–2					
22	■ 10–1			32	32	32
21	■ 9–2			7		
20	■ 9–1 тк	Выход в трубку	6	31	31	31
19	■ 8–2 ▲ т		5	30 28	30 28	30 28
18	8–1 ▲	Кущение	4	18	18	18
17	7–2 ▲			27	27	27
16	7–1 ▲			17	17	17
15	6–2 ▲			26	26	26
14	6–1 ▲			16	16	16
13	5–2 ▲			3 25	25	25
12	5–1 ▲			15	15	15
11	4–2 ▲			24	24	24
10	● 4–1 км			14	14	14
9	● 3–2			23	23	23
8	● 3–1			13	13	13
7	● 2–2		3 22	22	22	
6	● 2–1		12	12	12	
5	● 1–2	Начало кущ-я	2	21	21	21
4	● 1–1	Предкущение		11 20	11 20	11 20
3	● кл–2					
2	● кл–1	Всходы (шильце)	1	10	10	10
1	● 0–кл	Прорастание	0	01-09	01-09	01-09

Примечание:

- – время заложения зачатков листьев и зачатка колосоносного междоузлия
 - ▲ — время заложения зачатков колосков
 - — время заложения зачатков цветков
 - ♦ -- время начала сброса части цветков в колосках колоса
- кл— индекс колеоптиле, кс—индекс колоса, 0—кл, кл—1, кл—2, 1—1, 1—2 ... 5—1, 5—2 ... п—кс —последовательность морфофаз побега.

Литература.

1. **Козлечков Г.А., Данилов А.М.** Биолого-морфологические закономерности кущения пшеницы, ржи, тритикале, ячменя и овса как следствие полного согласования морфогенеза главного и боковых побегов. Южный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации. **1980.** – 18с. Деп. в ВНИИТЭИСХ, № 1553. Реф. Ж-л Биология сельскохозяйственных растений. №6, 1981, с.7.
2. **Козлечков Г.А., Данилов А.М.** Морфофазы как элементарные акты морфогенеза культурных злаков. Сб. научных трудов ЮжНИИГиМ. Высокоинтенсивное использование орошаемых земель. Новочеркасск, **1981,** с. 15—20.
3. **Козлечков Г.А.** Пространственно-временные закономерности морфогенеза побега пшеницы, ржи, тритикале, овса и ячменя как системы фитомеров. Известия Северо-Кавказского научного центра Высшей школы. Естественные науки, **1982,** № 3, С. 89—91.
4. **Козлечков Г.А.** Основные положения методики исследования морфогенеза побега злакового растения как системы фитомеров. Сборник научных трудов ЮжНИИГиМ. Режимы орошения и способы полива сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе. Новочеркасск, **1983,** с. 29—35.
5. **Козлечков Г.А., Данилов А.М.** Биолого-морфологические закономерности кущения хлебных злаков. Изв. СКВНЦ высшей школы. Естест. Науки. **1984.** № 2, с. 6–10.
6. **Козлечков Г.А.** Системный подход к познанию морфогенеза растений. Вестник с.-х. науки, **1986,** №11, с. 64—70.
7. **Козлечков Г.А.** Основные закономерности и структурные модели морфогенеза вегетативной сферы побега *Triticum durum* Desf. и *T. aestivum* L. Ж-л Сельскохозяйственная биология, **1990,** №3, с. 72—79.
8. **Козлечков Г.А.** Способ определения биологического возраста растений пшеницы. Авторское свидетельство на изобретение. № 1581237. СССР,

- МКП⁷ А 01 G 7 / 00. Заявитель и патентообладатель Научно-производственное объединение «ДОН». Заявка № 4474379. Приоритет изобретения 15 августа 1988г. Оpubл. 30. 07.1990. Бюл. № 28. -2с.
9. **Козлечков Г.А.**, Жамсаранова О.Н. Генеративное усилие у пшениц и эгилопсов. Ботан. ж-л. Т.80, №2, **1993**, с.59–66.
 10. **Козлечков Г.А.** Закономерности кущения у эгилопсов и пшениц (РОАСЕАЕ). Ботан. ж-л. Т.80, №2, **1995**, с.39–50.
 11. **Козлечков Г.А.** Индикационная фенология пшеницы на базе закономерностей морфогенезе побега и растения. Новочеркасск: НОК, **2006**, 136с.
 12. **Козлечков Г.А.**, **Артохин К.С.** Состояние конуса нарастания пшениц и тритикале в первые фазы выхода в трубку. Научные аспекты земледелия и животноводства. Сборник научных трудов. П. Рассвет, **2009**. С.99-105.
 13. **Козлечков Г.А.** Время начала отмирания части цветков у растений пшениц перед колошением. Научные аспекты земледелия и животноводства. Сборник научных трудов. П. Рассвет, **2009**. С.105-113.
 14. **Козлечков Г.А.** Новые закономерности формирования элементов продуктивности растений пшеницы в процессе морфогенеза. Новочеркасск. Лик. **2010**, 303с.
 15. **Гелий Козлечков.** Органогенез и продуктивность пшеницы. Новые закономерности формирования элементов продуктивности растений пшеницы в процессе морфогенеза. Издатель LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Henirich-Bosking-Str. 6-8, 66121 Saarbrucken, Germany. **2012**. S 317.
 16. **Козлечков Г.А.**, **Лабынцев А.В.**, **Пасько С.В.** Способ отбора растений пшеницы с высокой продуктивностью. Ж-л. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ. Перспективные российские разработки. **2012**, №10, с.77, патент № 2443104.
 17. **Козлечков Г.А.** Способ определения срока начала репродуктивного периода растений пшеницы. Ж-л. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ

- СОБСТВЕННОСТЬ. Перспективные российские разработки. **2013**, №10, с.69-70, патент № 2427127.
- 18.**Козлечков Г.А.** Способ определения биологического потенциала кущения культурных пшениц. Ж-л. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ. Перспективные российские разработки. **2013**, №10, с.73, патент № 2442315.
- 19.**Козлечков Г.А.** Значение общего числа листьев главного побега пшеницы. Известия Оренбургского государственного университета, №5 (43) **2013**, с.181-184.
- 20.**Козлечков Г.А.,** Пасько С.В. Романов Б.В. Закон пропорциональной зависимости числа зерновок и их совокупной массы колоса побега пшеницы от величины его вегетативной массы. Известия Оренбургского государственного университета, №2 (52) **2015**, с.25-29.
- 21.**Козлечков Г.А.,** Романов Б.В., Пасько С.В. Главные признаки репродуктивной функции побега пшеницы. Сб. ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ НА ДОНУ. **2015**. Ростов на Дону. Изд. южного федерального округа. С.69-86.
- 22.**Козлечков Г.А.,** Артохин К.С. Закономерности формирования элементов продуктивности растений пшеницы и их возможное использование для оптимизации элементов технологии возделывания. Научно-практические рекомендации. Ростов на Дону, 2015, С.72.
- 23.Brian Fowler D. Growth Stages of Weath. 2002. Crop Development Centre. University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
- 24.Simmons S.R., Oelke E.A., Anderson P.M. Growth and Development Guide for Spring Wheat. 1995. University of Minnesota.
- 25.Tottman D.R. The decimal code for the growth stages of cereals , with illustrations. Ann. Appl. Biol., 1987, 110, p.441–454.
- 26.Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. // Weed Research. 1974. Vol. 14. №3. P. 415—421.

- 27.Шпаар Д., Постников А.Н., Крацш Г., Маковски Н. Возделывание зерновых. М.: «Аграрная наука», ИК «Родник», 1998, 336 с. КОД ВВСН.
- 28.Церлинг В.В Диагностика питания сельскохозяйственных культур. Справочник. М.: Агропромиздат, 1990, 235 с. См. шкалу К.Е.Фикеса.
- 29.КуперманФ.М., Седова Е.А., Алексеева С.Ф., Макарова Г.А. Особенности роста, развития и формирования урожая яровых зерновых культур в Алтайском крае. Изд. МГУ, 1974, 254с. См. шкалу этап. орг-за

Научно методическое издание

Козлечков Гелий Алексеевич

**ОБОСНОВАНИЕ ШКАЛЫ МОРФОФАЗ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПОБЕГА
ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА И СОСТОЯНИЯ ЕГО
ВЕГЕТАТИВНЫХ И РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ ПО ВНЕШНИМ
МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ**

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 28.08. 2023 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 2,8. Уч.- изд. л. 3,0. Тираж 100. Заказ № 47-10530.

Издательство «Лик»
346430, г. Новочеркасск, пр. Платовский 82 Е
тел: 8(8635) 226-442, 8-952-603-0-609

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе «Колорит»
346430, г. Новочеркасск, пр. Платовский 82 Е
тел. 8(8635) 226-442, 8-918-518-04-29, center-op@mail.ru

Научно методическое издание

Козлечков Гелий Алексеевич

**ОБОСНОВАНИЕ ШКАЛЫ МОРФОФАЗ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПОБЕГА
ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА И СОСТОЯНИЯ ЕГО
ВЕГЕТАТИВНЫХ И РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ ПО ВНЕШНИМ
МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ**

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 28.08. 2023 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 2,8. Уч.- изд. л. 3,0. Тираж 100. Заказ № 47-10530.

Издательство «Лик»
346430, г. Новочеркасск, пр. Платовский 82 Е
тел: 8(8635) 226-442, 8-952-603-0-609

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе «Колорит»
346430, г. Новочеркасск, пр. Платовский 82 Е
тел. 8(8635) 226-442, 8-918-518-04-29, center-op@mail.ru