

Закон пропорциональной зависимости числа зерновок и их совокупной массы колоса побега пшеницы от величины его вегетативной массы

Г.А. Козлечков, к.б.н., С.В. Пасько, к.с.-х.н., ФГБНУ Донской зональный НИИСХ; Б.В. Романов, к.б.н., ФГБОУ ВПО Донской ГАУ

Структура донорно-акцепторных отношений вегетативных и репродуктивных органов растений в физиологии кратко выражена следующим образом: «Принципиальная схема транспорта и распределения ассимилятов в целом растении состоит в том, что зоны, находящиеся в состоянии роста, ориентируют на себя поток ассимилятов» [1]. У злаковых растений тип организации донорно-акцепторных отношений вегетативных и репродуктивных органов выражен особенно чётко в связи с наличием остаточной интеркалярной меристемы и телескопическим характером роста побега как системы фитомеров [2].

Исследованиями показана упорядоченность длительности акцепторной зависимости листьев и колоса побега [3]. Первичной структурой, обладающей способностью порождать семязачатки (у злаков — зерновки), является укоренённый побег. В побеге формирующиеся зерновки находятся в полной акцепторной зависимости от вегетативных органов, включая и вегетативные структуры самого колоса, которые также являются донорами ассимилятов. Ранее в вегетационных опытах было установлено, что число зерновок колоса и их совокупная масса находятся в пропорциональной зависимости от величины надземной вегетативной

(листья, междоузлия, колосоносное междоузлие, членики стержня колоса, чешуи, ости) массы побега у различных по плоидности и геномному составу дикорастущих (*T. urartu* (A^u), *T. boeoticum* (A^b), культурных (*T. durum* (A^uB), *T. aestivum* (A^uBD) пшениц, а также эгилопсов (*A. longissima*, *A. speltoides*, *A. tauschii*) при существенно различных уровнях минерального питания [4]. Полученные результаты позволили сделать вывод о возможном закономерном виде такой зависимости. Все последующие исследования были направлены на проверку наличия установленной зависимости также и у других видов пшениц, ранее не привлекавшихся при первоначальном выявлении характера (вида) зависимости, а также у растений других родов злаковых культур в естественных условиях поля на чернозёме обыкновенном.

Объекты и методы исследования. Исследование проведено в ФГБНУ Донской НИИСХ. Изучали виды пшениц коллекции ВИР, а также овёс, ячмень, рожь, тритикале, просо.

Методика системного подхода исследования растений пшениц различного уровня плоидности и геномного состава на базе видов коллекции ВИР разработана и опубликована [5–7].

Результаты исследований. Сопоставление побегов различной вегетативной массы с числом и совокупной массой зерновок их колосьев в прямоугольной системе координат показало наличие тесной пропорциональной зависимости

репродуктивных элементов побега от величины его вегетативной массы. Как показали полученные экспериментальные данные, и при выращивании в естественных условиях поля пропорциональный вид зависимости общего числа зерновок колоса и их совокупной массы от величины надземной вегетативной массы побега, включая и вегетативные элементы самого колоса, воспроизводился у растений *T. boeoticum*, *T. monococcum*, *T. timopheevii*, *T. durum*, *T. turgidum*, *T. aestivum*, *T. compactum*, *T. petropavlovskiy* (табл. 1, 2).

Обязательная воспроизводимость вида связи во времени – один из главных признаков закономерности. Другим признаком закономерности является её способность к предсказанию наличия такой же связи у новых близкородственных и более отдалённых по родству видов злаковых растений. В области биологии проявление (выражение) второго признака исходит из закона гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Как показали наши исследования, пропорциональная зависимость числа и совокупной массы зерновок колоса от вегетативной массы побега имеет место у растений за пределами рода *Triticum* и наблюдается у ржи, тритикале, овса, ячменя и у таких далеко не родственных пшенице растений, как просо и кукуруза.

Чтобы показать, что вид зависимости предопределяется прежде всего природой самих растений,

необходимо было вырастить их также в совершенно необычных для них условиях среды. Так, растения мягкой озимой пшеницы сорта Престиж в середине января были выкопаны с монолитом почвы, пересажены в сосуды и дорощены до полной спелости в условиях рекреационного зала с окнами ю-юз экспозиции без дополнительного освещения.

Полученные данные показали, что и в этих необычных условиях выращивания общее число зерновок колоса и их совокупная масса у побега сформировались в тесной пропорциональной зависимости от величины его вегетативной массы (рис. 1).

В вегетационном опыте (рис. 2) растениям яровой мягкой пшеницы сорта Московская 35 внесением полной питательной смеси в почвенно-песчаный (1:6) субстрат один раз за всю вегетацию создавался всё увеличивающийся во времени режим минерального голодания от прорастания по колошение.

В результате существенно снижалась вегетативная масса побега, но и в этих необычных условиях число зерновок колоса и их совокупная масса изменялись в пропорциональной зависимости от величины вегетативной массы побега. И в этом случае пропорциональный вид связи сохранялся.

Численное значение коэффициента пропорциональности в уравнениях регрессий является по своей сути удельным коэффициентом про-

1. Зависимость числа и совокупной массы зерновок колоса от вегетативной фитомассы побега при выращивании растений в естественных полевых условиях на чернозёме обыкновенном в различные годы; фаза полной спелости

Вид, сорт	Год	Вид зависимости	
		по числу зерновок	по массе зерновок
<i>T. durum</i> . Степь 3	2005	$Y_1 = 15,19X + 4,31$ $R_2 = 0,94$	$Y_2 = 0,79X - 0,07$ $R_2 = 0,93$
	2006	$Y_1 = 23,3X + 0,52$ $R_2 = 0,80$	$Y_2 = 1,21X - 0,32$ $R_2 = 0,85$
	2009	$Y_1 = 12,71X + 7,56$ $R_2 = 0,73$	$Y_2 = 0,71X - 0,05$ $R_2 = 0,97$
	2011	$Y_1 = 17,09X + 2,8$ $R_2 = 0,84$	$Y_2 = 0,84X - 0,216$ $R_2 = 0,85$
<i>T. turgidum</i>	1991	$Y_1 = 7,02X + 13,22$ $R_2 = 0,92$	$Y_2 = 0,52X + 0,10$ $R_2 = 0,77$
	2005	$Y_1 = 7,85X + 14,66$ $R_2 = 0,95$	$Y_2 = 0,58X + 0,30$ $R_2 = 0,96$
<i>T. sphaerococcum</i> ; Шарада	2005	$Y_1 = 16,85X + 13,68$ $R_2 = 0,87$	$Y_2 = 0,76X + 0,05$ $R_2 = 0,92$
	2006	$Y_1 = 21,42X + 4,6$ $R_2 = 0,88$	$Y_2 = 0,67X - 0,11$ $R_2 = 0,66$
<i>T. petropavlovskiy</i>	2008	$Y_1 = 8,90X + 6,38$ $R_2 = 0,86$	$Y_2 = 0,54X - 0,14$ $R_2 = 0,86$
	2013	$Y_1 = 8,63X + 7,91$ $R_2 = 0,89$	$Y_2 = 0,51X + 0,06$ $R_2 = 0,88$
<i>T. compactum</i>	2013	$11,61X + 10,68$ $R_2 = 0,89$	$Y_2 = 0,55X + 0,27$ $R_2 = 0,86$

Примечание: Y_1 – число зерновок колоса; Y_2 – совокупная масса зерновок колоса; X – вегетативная фитомасса побега (листья, междоузлия, колосонос, членики стержня колоса, чешуи, ости); K^2 – коэффициент пропорций полностью

2. Зависимость числа (Y_1) и совокупной массы (Y_2) зерновок колоса от вегетативной (листья, междоузлия, колосонос, членики стержня колоса, чешуи, ости, веточки метёлки) фитомассы побега (X) при выращивании растений в естественных полевых условиях на чернозёме обыкновенном

Вид; сорт	Год	Вид зависимости	
		по числу зерновок	по массе зерновок
<i>T. durum</i> Новодонская	2002	$Y_1 = 13,88X + 7,45$ $R_2 = 0,93$	$Y_2 = 0,77X - 0,13$ $R_2 = 0,92$
	2003	$Y_1 = 15,22X + 1,13$ $R_2 = 0,94$	$Y_2 = 0,66X - 0,07$ $R_2 = 0,92$
	2004	$Y_1 = 14,79X + 5,02$ $R_2 = 0,94$	$Y_2 = 0,79X - 0,04$ $R_2 = 0,96$
<i>T. aestivum</i> ; Престиж	2002	$Y_1 = 14,78X + 2,87$ $R_2 = 0,91$	$Y_2 = 0,90X - 0,26$ $R_2 = 0,92$
	2003	$Y_1 = 23,88X + 9,98$ $R_2 = 0,92$	$Y_2 = 1,37X - 0,17$ $R_2 = 0,94$
	2004	$Y_1 = 16,48X + 2,32$ $R_2 = 0,94$	$Y_2 = 0,78X - 0,06$ $R_2 = 0,93$
	2005	$Y_1 = 17,95X + 4,30$ $R_2 = 0,89$	$Y_2 = 0,94X - 0,24$ $R_2 = 0,94$
<i>T. boeoticum</i>	2005	$Y_1 = 33,37X - 19,86$ $R_2 = 0,80$	$Y_2 = 0,36X - 0,26$ $R_2 = 0,74$
	2006	$Y_1 = 10,43X + 15,87$ $R_2 = 0,70$	$Y_2 = 0,18X + 0,09$ $R_2 = 0,94$
<i>T. monocosmum</i>	2003	$Y_1 = 22,62X - 4,20$ $R_2 = 0,76$	$Y_2 = 0,50X - 0,13$ $R_2 = 0,86$
	2006	$Y_1 = 11,29X + 5,41$ $R_2 = 0,80$	$Y_2 = 0,42X + 0,07$ $R_2 = 0,86$
<i>T. timopheevii</i>	2003	$Y_1 = 17,36X - 0,68$ $R_2 = 0,91$	$Y_2 = 0,65X - 0,19$ $R_2 = 0,81$
	2006	$Y_1 = 9,74X + 8,87$ $R_2 = 0,42$	$Y_2 = 0,36X + 0,07$ $R_2 = 0,53$
<i>Avena sativa</i> ; Артемовский Дэнс	1988		$Y_2 = 1,17X - 0,90$ $R_2 = 0,90$
	2005	$Y_1 = 41,27X - 3,00$ $R_2 = 0,92$	$Y_2 = 1,54X - 0,27$ $R_2 = 0,94$
	2006	$Y_1 = 40,69X - 1,67$ $R_2 = 0,94$	$Y_2 = 1,02X + 0,11$ $R_2 = 0,84$
<i>Hordeum vulgare</i> ; Одесский 100	2003	$Y_1 = 13,27X + 8,02$ $R_2 = 0,79$	$Y_2 = 0,97X + 0,08$ $R_2 = 0,85$
	2004	$Y_1 = 7,49X + 11,57$ $R_2 = 0,72$	$Y_2 = 0,75X + 0,14$ $R_2 = 0,89$
	2005	$Y_1 = 12,66X + 6,44$ $R_2 = 0,82$	$Y_2 = 0,59X + 0,32$ $R_2 = 0,75$
	2006	$Y_1 = 9,85X + 7,42$ $R_2 = 0,75$	$Y_2 = 0,76X + 0,18$ $R_2 = 0,82$
<i>Secale cereale</i> ; Саратовская 6	2004	$Y_1 = 10,64X + 13,44$ $R_2 = 0,80$	$Y_2 = 0,50X + 0,15$ $R_2 = 0,79$
	2005	$Y_1 = 15,69X + 14,77$ $R_2 = 0,69$	$Y_2 = 0,72X + 0,09$ $R_2 = 0,81$
<i>Triticale</i> ; ТИ 17	2004	$Y_1 = 21,78X - 5,96$ $R_2 = 0,91$	$Y_2 = 1,27X - 0,75$ $R_2 = 0,95$
	2005	$Y_1 = 15,77X + 6,74$ $R_2 = 0,89$	$Y_2 = 0,65X + 0,03$ $R_2 = 0,77$
<i>Panicum miliaceum</i> ; Саратовское 12	2005	$Y_1 = 97,95X - 4,34$ $R_2 = 0,93$	$Y_2 = 0,85X - 0,04$ $R_2 = 0,93$
	2006	$Y_1 = 159,5X - 69,97$ $R_2 = 0,93$	$Y_2 = 1,25X - 0,57$ $R_2 = 0,93$
<i>Zea mays</i> Г-д; Краснодарская 382	2006	$Y_1 = 3,90X - 6,64$ $R_2 = 0,95$	$Y_2 = 1,14X - 20,63$ $R_2 = 0,95$

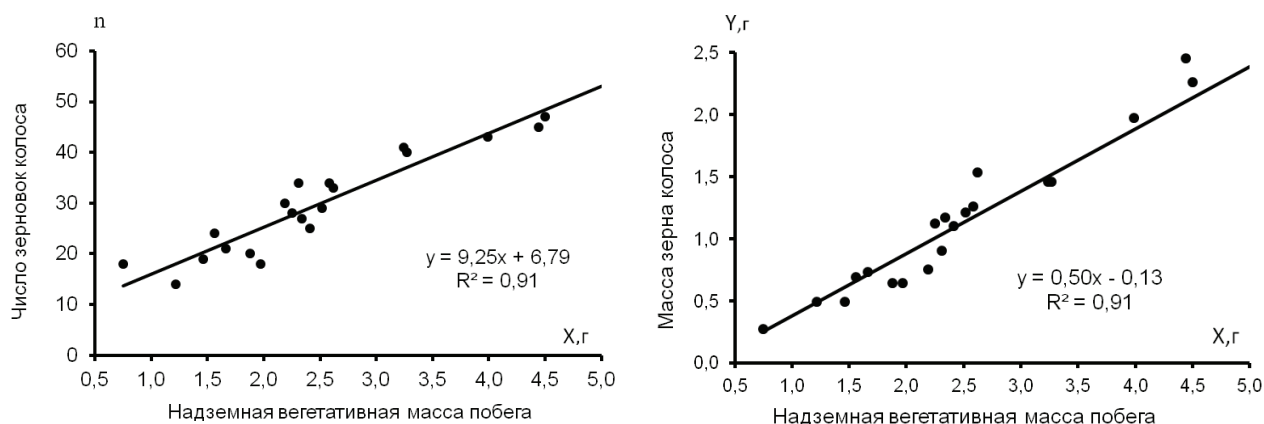


Рис. 1 – Зависимость числа зерновок колоса (n) и их совокупной массы (y) от величины надземной вегетативной (листья, междоузлия, стержень колоса, чешуи, ости) массы побега (x) у растений мягкой озимой пшеницы сорта Престиж в фазу полной спелости. В середине января растения поля были выкопаны, пересажены в сосуды и дорощены в условиях лаборатории до фазы полной спелости

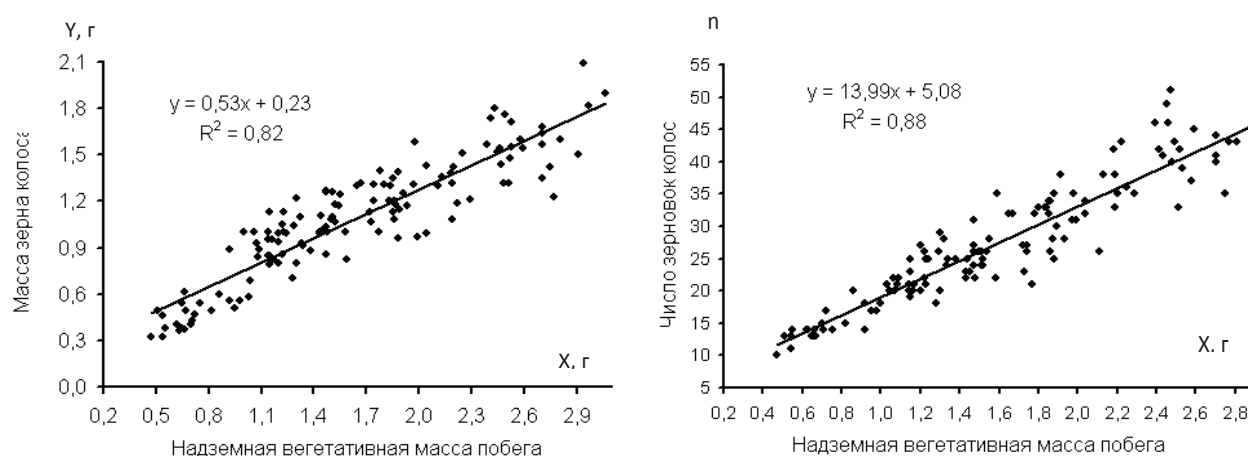


Рис. 2 – Зависимость числа зерновок колоса (n) и их совокупной массы (y) от величины надземной вегетативной (листья, междоузлия, стержень колоса, чешуи) массы побега (x) при пофазном одноразовом за всю вегетацию внесении питательной смеси $N_{0,20}P_{0,20}K_{0,20}$ в почвенно-песчаный (1:6) субстрат растениям яровой мягкой пшеницы сорта Московская 35, выращенным в сосудах до полной спелости

дуктивности побега и выражает меру, в которой единица вегетативной массы побега участвует в порождении как общего числа, так и совокупной массы зерновок колоса. Как показывает анализ полученных многолетних данных, числовые значения коэффициентов пропорциональности могут изменяться, отражая адаптивные возможности генотипа и условий выращивания, и статусом закономерности не обладают. На основании статуса закономерности пропорционального характера зависимости репродуктивных элементов побега от совокупной массы вегетативных был разработан способ отбора растений пшеницы с высокой продуктивностью, защищённый патентом.

Заключение. Донорно-акцепторные отношения вегетативных органов побега упорядочены. Это выражается в том, что в полную спелость общее число зерновок колоса и их совокупная масса находятся в тесной пропорциональной зависимости от величины вегетативной массы побега. Пропорцио-

нальный положительный вид зависимости имеет статус закономерности по признаку его устойчивого воспроизведения во времени в различных условиях среды у различных видов пшениц, независимо от геномного состава и уровней плоидности, а также по способности предсказания такого же вида зависимости у растений ржи, тритикале, овса, ячменя, проса и кукурузы. Численные значения коэффициентов пропорциональности в уравнениях зависимости репродуктивных элементов от вегетативных могут изменяться, отражая адаптивные возможности генотипа и условий выращивания, поэтому статусом закономерности не обладают. Величина численного значения коэффициента пропорциональности несёт полезную информацию о степени эффективности репродуктивной зерновой функции побега. Главными итоговыми признаками репродуктивной функции побега различных видов пшениц являются положительный пропорциональный вид зависимости общего числа и совокупной

массы зерновок колоса от величины его вегетативной массы, сама величина вегетативной массы как донора ассимилятов и величина численного значения коэффициента пропорциональности.

Литература

1. Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. М.: Наука, 1976. 647 с.
2. Серебрякова Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. М.: Наука, 1971. 360 с.
3. Козлечков Г.А., Целуйко О.А. Длительность акцепторной зависимости фитомеров и колоса побега пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 4 (42). С. 230–233.
4. Козлечков Г.Д., Жамсаранова О.А. Генеративное усилие у пшениц и эгилопсов // Ботанический журнал. 1993. Т. 78. № 4. С. 59–66.
5. Козлечков Г.А. Системный подход к познанию морфогенеза растений // Вестник сельскохозяйственной науки. 1986. № 11. С. 64–70.
6. Козлечков Г.А. Новые закономерности формирования элементов продуктивности растений пшеницы в процессе морфогенеза. Новочеркасск. Изд. ЛИК, 2010. 303 с.
7. Козлечков Г.А., Лабынцев Д.В., Пасько С.В. Способ отбора растений пшеницы с высокой продуктивностью. Патент №2443104. Зарегистрирован в Государственном реестре Российской Федерации 27 февраля 2012 г. Информация о патенте // Интеллектуальная собственность. 2012. № 10.