

УДК 582. 542. 1 (045)

О МЕСТОПОЛОЖЕНИИ ЗОНЫ КУЩЕНИЯ БОРЕАЛЬНЫХ ЗЛАКОВ

Горчакова А.Ю.

ГОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: goralfiya @ yandex. ru

Статья посвящена актуальному вопросу – выяснению местоположения зоны кушения, изучению параметров этой зоны в зависимости от глубины посева. Проведен анализ результатов изучения влияния глубины посева на местоположение зоны кушения злаков в условиях Республики Мордовия. Для определения глубины размещения зоны кушения семена отдельных видов злаков высевались в ящики с почвой (60×4×20 см) на различную глубину – 1, 2, 3, 4, 5 см и в полевых условиях на средне-суглинистом выщелоченном черноземе; площадь питания 5×5 см. Проростки однолетних и многолетних злаков фестукоидной группы характеризуются заметным варьированием показателей длины coleoptile, mezocotile и формируют зону кушения на разной глубине. Глубина залегания зоны кушения у разных видов неодинакова и мало зависит от длины mezocotile. Увеличение глубины посева не приводит к пропорциональному углублению зоны кушения, поскольку mezocotile удлиняется и выносит почечку зародыша ближе к поверхности почвы. Выделены 4 группы злаков по характеру прорастания семян бореальных злаков. Все показатели зоны кушения в значительной степени варьируются в зависимости от углубления посева.

Ключевые слова: злаки, кушение, зона кушения

ABOUT THE SITE LOCATION OF BUSHING OUT AREA OF BOREAL CEREALS

Gorchakova A.Y.

Mordovian State Pedagogical Institute named after M.E. Evsevieva, Saransk, e-mail: goralfiya@ yandex. ru

Article is devoted pressing question – to finding-out of a site of bushing out area, to studying of parameters of this zone depending on depth of crops. The analysis of the results of studying the influence of crops depth on the location of bushing out area of cereals in the Republic of Mordovia. To definite the depth of location of bushing out area the crops of different types of cereals were sowed in boxes with soil (60×40×20 sm) on various depth – 1, 2, 3, 4, 5 sm and in field conditions on the middle-loamy leached black earth; the area of nutrition is 5×5 sm. Sprouts of annual and long-term cereals of festukoid group are characterized by the noticeable variation of the length indicators of coleoptile, mezocotile and form a bushing out area on different depth. The depth of deposit of bushing out area at different types isn't equal and depends a little on the length of mezocotile. The increase of crops depth isn't leading to proportional deepening of bushing out area, as much as mezocotile lengthens and takes out a budlet of a germ closer to the soil surface. There are 4 types of cereals according to the character of boreal cereals crops germination. All specified indicators of bushing out area substantially vary depending on crops deepening.

Keywords: cereals, bushing out area, bushing

Ветвление побега злаков (*Poaceae*) (концентрированное – кушение и рассеянное) весьма многообразно, определяется и условиями вегетации, и уровнем развития, и характером роста боковых почек и т.д.

В умеренной зоне, где произрастают в основном бореальные злаки, наибольшую хозяйственную значимость и широкое распространение имеют виды таких триб, как *Agrostideae*, *Avenae*, *Festuceae*, *Hordeae*, *Phalarideae*.

Широкий круг изучаемых вопросов, затрагивающих различные аспекты кушения, свидетельствует о многогранности этого процесса и его сложности. Несмотря на, казалось бы, всестороннее исследование процесса кушения, многие его аспекты остаются еще недостаточно выясненными и среди них: продолжительность процесса кушения побегов и особи; причины, обуславливающие формирование основных структур побега и т.д. Эти и другие вопросы по-разному понимаются отдельными авторами.

Современные представления о кушении злаков изложены в работах Г.М. Добрынина [2], Т.И. Серебряковой [5], Н.Н. Цвелева [6] и др. Объектами исследования были

в основном культурные однолетники (пшеница, рис), реже – многолетники (сахарный тростник). В конце прошлого столетия появились работы по кушению многолетних злаков умеренной зоны [9]. Обобщив известные работы по вопросам кушения злаков, Ф.Т. Перитурий [3] провел серию опытов по изучению особенностей закладки первого узла у однолетних (пшеница, ячмень, рожь, овес, кукуруза, могар) и многолетних (ежа, овсяница, тимopheevka, житняк). По специфике формирования первого узла зоны кушения автор разделил злаки на две группы:

1) злаки, образующие короткий coleoptile (овес, кукуруза, могар); первый узел зоны кушения у них выдвигается к поверхности почвы разрастанием зародышевого междоузлия;

2) злаки (рожь, пшеница, ячмень), образующие длинный coleoptile и короткий mezocotile: глубина зоны кушения у них определяется разрастанием междоузлия первого фитомера.

Важным элементом процесса кушения является формирование зоны укороченных

междоузлий, представляющей по форме опрокинутый конус, поддерживаемый растущими из узлов корнями. Образование укороченных междоузлий злакового побега Holttum [8] объясняет отсутствием камбия, что обуславливает неспособность корней ко вторичному утолщению. Необходимость в дополнительных корнях, которые могут сформироваться из новых узлов стебля при мощном разрастании надземной массы, автор связывает с заложением укороченных междоузлий, поскольку чем их больше, тем больше возможностей для образования новых корней. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что основное тормозящее влияние на рост междоузлий и формирование зоны кушения оказывает свет через зеленые листья [1; 7]. М.Х. Чайлахян [7] большую роль в торможении роста междоузлий злаков отводит низким температурам, вызывающим более быструю дифференциацию тканей зоны кушения и формирование крупных пористых сосудов. По мнению Sharman [10], в базальной части побегов растет не междоузлие, а образуется развитая почка и формируются придаточные корни.

Т.И. Серебрякова [5] отмечает, что мощность зоны кушения отдельных особей овсяницы заметно варьируется. Верхние побеги кушения имеют зоны укороченных фитомеров с меньшим количеством узлов, чем нижние; число листовых зачатков в закрытых почках различное. В зоне кушения злаков нередко формируются побеги разного строения (интра-и экстравагинальные, генеративные и вегетативные и т.д.), что, очевидно, характеризует диапазон экологической пластичности отдельных видов. На такую особенность указывает Т.И. Серебрякова [5], изучавшая ряд фестукоидных видов, и т.д. Энергия кушения зависит от условий вегетации [2; 3].

В своей работе мы задались целью определить местоположение зоны кушения боральных злаков в условиях Республики Мордовии. В задачи исследований входило определение показателей длины колеоптиля, мезокотила и глубины залегания зоны кушения.

Для определения глубины размещения зоны кушения семена отдельных видов злаков высевались в ящики с почвой (60×40×20 см) на различную глубину— 1, 2, 3, 4, 5 см и в полевых условиях на средне-суглинистом выщелоченном черноземе; площадь питания 5×5 см. Учетными данными являлись длины колеоптиля, мезокотила, глубина залегания первого узла. Посев проводился в мае месяце.

Зона кушения (базальная часть) побега злаков имеет форму перевернутого конуса

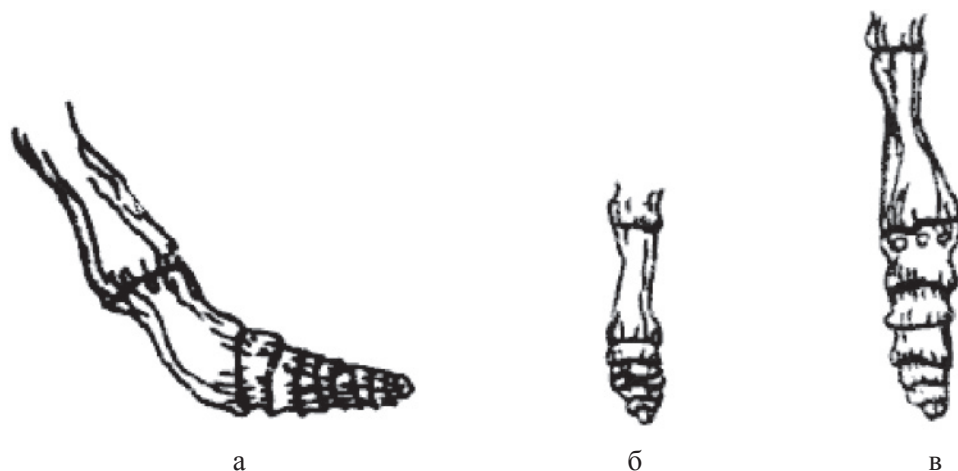
и представляет собою обособленный участок с укороченными, но утолщенными в диаметре междоузлиями и отличается образованием в нижних частях междоузлий жизнеспособных боковых почек и многочисленных придаточных корней, а в верхних — хорошо оводненных и сравнительно неплотно облегающих стебель влагалищ листьев. Эта зона играет большую роль в жизнедеятельности побегов и развитии особей в целом, поскольку является важным источником меристематических тканей (боковые почки и придаточные корни); механической основой для надземной части побега; распределителем воды и минеральных солей, поступающих из корней, и органических соединений, поступающих из листьев; запасующим резервуаром питательных веществ. Начало формирования зоны кушения во времени совпадает с образованием почки зерновки, поскольку все ее метамеры составляют после прорастания последней нижнюю часть базальной зоны развивающегося побега. Различия между злаками в этот период состоят в разной емкости почки зародыша, что обуславливается видовыми (сортовыми) особенностями, а также факторами внешней среды, влияющими на развитие почки (влажность, плодородие почвы, температура, освещение). Первые два (три) метамера зоны кушения формируются заложенными еще в почке зерновки структурами в основном за счет питательных веществ эндосперма и выделяются самыми маленькими размерами основных образований (пластинки и влагалища листа, междоузлие, боковых почек). Фитомеры зоны кушения, образовавшиеся во время активного роста побега, начиная с его перехода на автономное питание, выделяются увеличением параметров боковых почек и листовых структур. Показатели числа фитомеров зоны кушения, ее длины и продолжительности формирования колеблются между видами. Длина зоны кушения у разных видов сильно варьируется при относительно меньшем колебании числа составляющих их фитомеров, что оказывает определенное влияние на форму базальной зоны побегов.

Можно выделить три формы зоны кушения (рисунок).

Первая, корневищевидная форма, встречается у видов, формирующих короткие колеоптиль и мезокотиль, не образующих столонов, столоновидных побегов и корневищ, которые обуславливают вегетативную подвижность особей, характеризующихся слабым ветвлением апогеотропных побегов в надземной части и формированием мощной розетки листьев (мятлик луговой, рай-

грас пастбищный и др.). Вторая форма зоны кушения — сжатая (четко обособленная), характерна для безрозеточных видов, отличающихся образованием короткого колеоптиля и длинного мезокотыля, интенсивно куствующих (овсяница тростниковая, овсяница красная, тимopheевка луговая, волоснец сибирский). Третья, растянутая форма зоны кушения, характерна для безрозеточных видов с длинным колеоптилем и средней длины мезокотилем, распространенных в высоко-травных ассоциациях (овсяница луговая, канареечник канарский и др.). Корневищевидная зона является запасающей. Отложенные в них за короткий влажный сезон запасы пи-

тательных веществ используются для плодотворения растения в начале сухого сезона, а также обеспечивают поддержание жизнедеятельности особей в течение неблагоприятного периода года. Аналогичные формы зоны кушения можно выделить при вегетативном размножении злаков. Однако не всегда легко определить форму зоны кушения, поскольку существует много переходных форм. Условия вегетации (влажность, плодородие почвы, температура) заметно влияют на форму зоны кушения; ее изменения при жестких условиях среды направлены в сторону образования сжатой формы, наиболее часто встречающейся у пастбищных видов.



Основные формы зоны кушения злаков:
а — корневищевидная; б — сжатая; в — растянутая

У многих злаков положение зоны кушения по отношению к дневной поверхности определяется при прорастании семян. В литературе освещены вопросы зависимости глубины зоны кушения от развития мезокотыля и колеоптиля [1; 4]. Затенение и повышение температуры способствуют поверхностному залеганию зоны кушения у фестукоидов; увеличение глубины посева не приводит к пропорциональному углублению зоны кушения, поскольку мезокотиль удлиняется и выносит почечку зародыша ближе к поверхности почвы.

Данные наших исследований прорастания семян некоторых видов на черноземной почве в Мордовии показывают, что бореальные злаки заметно различаются по формированию молодых особей в зависимости от глубины посева — по длине мезокотыля, глубине размещения зоны кушения и т.д. (табл. 1).

Злаки весьма широко варьируются по длине колеоптиля: от очень короткого (0,5 см и меньше у мятлика лугового) до длинного (до 2 см, у костреца безостого); бореальные виды выделяются образованием длинного колеоптиля — до 2–3 см (наиболее

длинные у однолетников). Различаются злаки и по длине мезокотыля (колеоптильного междоузлия). Например, фестукоидные однолетники не образуют мезокотыля, и узел первого листа у них размещается на щитке; только у *Avenasativa* мезокотиль четко обособлен. У фестукоидных многолетников мезокотиль хорошо выделяется и достигает в длину 0,3–0,6 см. Например, овсяница тростниковая, канареечник канарский, кострец безостый и некоторые другие образуют очень короткий мезокотиль (менее 0,7 см). Наиболее длинный мезокотиль формируют злаки лесостепи — ежа сборная (1,3 см), райграсс многоукосный (1,1 см). Большая группа злаков (овсяница луговая, овсяница красная, лисохвост луговой, тимopheевка луговая и некоторые другие) образуют мезокотиль средней длины — от 0,7 до 1 см; большинство этих видов распространено на лугах.

Сравнивая изучаемые показатели у многолетних и однолетних злаков, необходимо подчеркнуть, что у всех однолетников, кроме овса, размеры колеоптиля, как правило, были выше, чем у многолетников (табл. 2).

Например, у ячменя многолетнего при глубине посева 4 см длина coleoptily дошла до 4,5 см, а у яровой пшеницы – до 3,8 см, тогда как у многолетних этот показатель редко превышал 2 см (овсяница луговая, овсяница тростниковая, кострец безостый). Необходимо подчеркнуть, что у изучаемых однолетних, кроме овса, мезокотиль практически отсутствовал и на размещение зоны кушения основное влияние оказала длина междоузлия первого

листа. С глубиной этот показатель резко возрастал у всех однолетних злаков, у которых мезокотиль не выделен (пшеница, ячмень). Для всех однолетних характерно глубокое размещение зоны кушения. При всех вариантах заделки семян глубина зоны кушения всегда превышала 1 см. Углубление зоны кушения по отношению к местоположению семян обуславливается разрастанием и изгибом в глубь почвы первого междоузлия.

Таблица 1

Влияние глубины посева на прорастание семян некоторых многолетних злаков (Саранск, 2010 г.).

Вид	Глубина посева, см	Длина coleoptily, мм		Длина мезокотили, мм		Глубина размещения зоны кушения, мм
		$\bar{X}$	$\pm\delta$	$\bar{X}$	$\pm\delta$	
Овсяница луговая	1,5	9,3	0,4	7,7	0,3	7,1
	3	17,9	0,6	12,4	0,6	17,3
	4	19,1	0,8	14,6	0,7	24,9
Овсяница красная	1,5	13,9	0,6	7,0	0,3	7,8
	3	16,0	0,8	13,6	0,6	16,0
	4	18,3	0,9	18,8	0,9	20,9
Мятлик луговой	1,5	5,2	0,2	8,0	0,4	6,8
	3	6,4	0,3	16,2	0,7	13,6
	4	8,5	0,4	20,0	1,0	19,7
Райграс многоукосный	1,5	8,4	0,4	11,3	0,5	3,3
	3	10,0	0,4	20,3	1,0	9,2
	4	12,9	0,6	24,5	1,2	15,0
Ежа сборная	1,5	7,2	0,3	13,3	0,6	1,3
	3	8,5	0,4	22,3	1,0	7,3
	4	9,9	0,4	25,4	1,1	14,2
Лисохвост луговой	1,5	10,2	0,5	9,9	0,4	4,8
	3	12,3	0,6	16,8	0,8	12,9
	4	16,1	0,7	19,3	0,9	20,4
Кострец безостый	1,5	18,3	0,9	4,1	0,2	10,4
	3	23,5	1,0	9,7	0,4	19,7
	4	26,3	1,3	12,0	0,6	27,6
Канареечник канарский	1,5	7,4	0,4	6,0	0,3	8,6
	3	10,0	0,5	10,0	0,5	19,6
	4	12,8	0,6	14,4	0,7	25,0
Тимофеевка луговая	1,5	5,7	0,3	8,9	0,4	5,8
	3	10,5	0,5	10,6	0,5	19,0
	4	15,0	0,7	20,4	1,0	19,2
Волоснец сибирский	1,5	17,1	0,7	9,7	0,4	4,8
	3	19,4	0,8	13,9	0,7	15,6
	4	20,9	1,0	16,8	0,8	22,8

Таким образом, проростки однолетних и многолетних злаков фестукоидной группы характеризуются заметным варьированием показателей длины coleoptily, мезокотили и формируют зону кушения на разной глубине. Все указанные показатели

в значительной степени варьируются в зависимости от углубления посева.

Полученные нами результаты исследований позволяют утверждать, что глубина посева до 4 см является вполне приемлемой в производственных усло-

виях. Для однолетних культур (пшеница, ячмень, овес), у которых с глубиной посева увеличивается расстояние зоны кушения от поверхности почвы, это, без-

условно, будет способствовать их интенсивному кушению. В неблагоприятных условиях такая глубина заделки нежелательна – приводит к задержке всходов.

Таблица 2

Влияние глубины посева на прорастание семян некоторых однолетних злаков (Саранск, 2010 г.).

Вид	Глубина посева, см	Длина coleoptilya, мм		Длина mezokotilya, мм		Глубина зоны кушения, мм
		$\bar{X}$	$\pm\delta$	$\bar{X}$	$\pm\delta$	
Пшеница мягкая	1	16,8	0,8	0,3	0,01	9,1
	3	27,1	1,3	0,3	0,01	18,7
	4	38,1	1,8	0,3	0,01	20,7
Пшеница твердая	1	16,3	0,8	0,4	0,02	9,1
	3	29,8	1,4	0,4	0,02	18,5
	4	37,1	1,8	0,5	0,02	24,3
Овес посевной	1	16,0	0,8	8,1	0,4	0,9
	3	23,3	1,0	16,8	0,8	11,8
	4	27,7	1,3	17,5	0,8	20,3
Ячмень много-рядный	1	24,3	1,2	0,2	0,01	8,7
	3	32,7	1,6	0,3	0,01	17,3
	4	42,0	2,1	0,3	0,01	18,1

Междоузлие первого фитомера у бореальных злаков короткое (до 1 мм), и узел второго фитомера буквально «сидит» на узле первого; у фестукоидов междоузлие первого листа весьма заметное, особенно у однолетних. Глубина залегания зоны кушения у разных видов неодинакова и мало зависит от длины мезокотилия. Изучаемые виды по размещению первого узла зоны кушения при глубине заделки семян на 1,5 см можно объединить в следующие группы:

1) глубокое размещение зоны кушения (свыше 0,7 см – коострец безостый, овсяница тростниковая, овсяница луговая);

2) размещение на глубине 0,7–0,4 см (овсяница красная, мятлик луговой, тимopheevka луговая, лисохвост луговой);

3) размещение на глубине до 0,4 см (райграс многоукосный, ежа сборная и другие).

Анализируя данные по прорастанию бореальных злаков в Мордовии (табл. 3), необходимо отметить, что на плотнослитых

почвах длина мезокотилия была в среднем больше, чем на черноземных, а зона кушения у всех изучаемых видов размещалась ближе к поверхности почвы. Таким образом, по характеру прорастания семян бореальные злаки можно выделить в следующие группы:

1) злаки, семена которых при прорастании образуют короткий coleoptilya и короткий мезокотиль и зону кушения размещают на значительной глубине (свыше 2 см при глубине заделки на 4 см), в основном это типичные влаголюбые и приуроченные к луговым ассоциациям – лисохвост луговой, канареечник канарский и другие;

2) злаки, семена которых при прорастании образуют относительно короткий coleoptilya и длинный мезокотиль, зону кушения они размещают на глубине около 2 см при глубине заделки семян на 4 см – райграс многоукосный, райграс пастбищный, мятлик луговой и другие злаки мезофитного типа, приуроченные к суходольным лугам;

Таблица 3

Прорастание семян некоторых злаков (Саранск, 2010 г., весенний посев, глубина посева 4 см).

Вид	Длина, мм:		Глубина зоны кушения, мм
	coleoptilya ($\bar{X} \pm \delta$)	mezokotilya ($\bar{X} \pm \delta$)	
Лисохвост луговой	9,9 $\pm$ 0,5	12,3 $\pm$ 0,6	27,3
Райграс пастбищный	16,0 $\pm$ 0,7	19,9 $\pm$ 0,9	19,4
Овсяница луговая	20,6 $\pm$ 1,0	8,5 $\pm$ 0,4	30,9
Ячмень многорядный	45,4 $\pm$ 2,0	0,5 $\pm$ 0,01	18,1

3) злаки, семена которых при прорастании образуют относительно длинный coleoptиль и короткий мезокотиль, при глубине заделки семян на 4 см зону кушения размещают на глубине до 3 см – овсяница луговая, овсяница тростниковая, кострец безостый, волоснец сибирский и другие злаки пойменных лугов, достаточно плодородных, хорошо аэрируемых;

4) однолетники, за исключением овса, практически не образуют мезокотиль, формирующие длинный coleoptиль и размещающие зону кушения до 3–4 см при глубине заделки на 4 см (в табл. 3 представлено по одному виду из каждой перечисленной группы).

Исследование выполнено в рамках проекта «Бореальные злаки: особенности биологии и экологии» (Государственный контракт № П 1047 от 31 мая 2010 г.) федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

Список литературы

1. Горчакова А.Ю. О вегетации ковыля волосовидного (*Stipacypillata* L.) – редкого для Мордовии степного вида в условиях сохранившегося фрагмента луговой степи в черте г. Саранска // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1 (3). – С. 417–422.
2. Добрынин Г. М. Рост и формирование хлебных и кормовых злаков. – Л.: Колос, 1969. – 275 с.
3. Перитурин Ф. Т. Залегание узла кушения у злаков. – М.: Изд-во Московск. сельхоз. ин-та, 1912. – С. 199–211.
4. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения. – М.: Колос, 1965. – С. 221–223.
5. Серебрякова Т. И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. – М.: Наука, 1971. – 358 с.
6. Цвелев Н. Н. Проблемы теоретической морфологии и эволюции высших растений: сб. избр. тр. – М., СПб: КМК, 2005. – 407 с.
7. Чайлахян М. Х. Гормональная регуляция роста и развития высших растений // Успехи современ. биологии. – 1982. – Вып. 1. – С. 23–34.
8. Holttum R. E. Growth habits of Monocotyledons, variations on a theme // Phytomorphology. – 1955. – Vol. 5, № 4. – P. 399–413.
9. Raunkiaer C. The life form of plants and statistical plant geography. – Oxford, 1934. – 632 p.
10. Sharman B. C. Initiation of procombial strands in leaf primordial of bread wheat, *Triticumaestivum* // Ann. Bot. – 1967. – Vol. 31, № 122. – P. 229–243.

Рецензенты:

Любарский Е. Л., д. б. н., профессор кафедры ботаники биолого-почвенного факультета ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) Федеральный университет», г. Казань;

Силаева Т. Б., д. б. н., профессор кафедры ботаники и физиологии растений ГОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск.

Работа поступила в редакцию 30.08.2011.