

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА РАЗВИТИЕ ЗОНЫ ВЕТВЛЕНИЯ У РАСТЕНИЙ ЛОКАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ГРЕЧИХИ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А.Н ФЕСЕНКО, доктор биологических наук,

О.И. РОМАНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук*
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*ФГБНУ «ВИР им. Н.И. ВАВИЛОВА»

Изучена реакция 34 образцов гречихи различного эколого-географического происхождения из коллекции ВИР на фотопериодические и почвенно-климатические условия двух разных географических широт по развитию зоны ветвления главного побега (ЗВС). Показано, что в зоне с более низким обеспечением теплом и большей длиной дня в популяции наблюдается увеличение доли растений с меньшим числом узлов в ЗВС, при этом среднее время формирования одного узла ЗВС изученных образцов в условиях увеличивается, что является основной причиной увеличения периода вегетации в этих условиях.

Ключевые слова: гречиха, местные популяции, зона ветвления стебля, вегетационный период

Интенсификация селекционного процесса невозможна без наличия надежных четких маркерных признаков для отбора. Селекционерами ВНИИЗБК для повышения эффективности отборов в популяциях гречихи по вегетационному периоду был использован анализ фитомерного строения растений, в частности развития зоны ветвления побегов [1]. Было показано, что число узлов в зоне ветвления стебля (ЗВС) положительно коррелирует с продолжительностью вегетационного периода растений [2]. Кроме того, выявлено наличие положительной корреляционной связи этого признака с урожайностью [3]. Установлено, что признак «число узлов ЗВС» имеет высокую степень наследуемости, но в тоже время подвержен определенной степени изменчивости в зависимости от метеорологических условий [4]. Однако, масштабного изучения экологической изменчивости этого признака не проводилось. В связи с этим в задачи наших исследований входило уточнение возможностей использования показателей развития зоны ветвления стебля для характеристики длины вегетационного периода коллекционных образцов гречихи при выращивании в различных почвенно-климатических условиях.

Материалы и методы

Материалом для изучения послужили 34 местных образца гречихи коллекции ВИР различного географического происхождения, в том числе из Северо-Западного, Волго-Вятского, Центрального, Центрально-Черноземного, Средневолжского, Северо-Кавказского, Уральского, Западно-Сибирского, Восточно-Сибирского и Дальневосточного регионов России.

Изучение образцов гречихи проводилось в двух регионах России:

г. Пушкин, Ленинградская область (Северо-Западный регион) – 60° северной широты, продолжительность светового дня в июне – 22 часа.

Орловская область (Центрально-Черноземный регион) – 53° северной широты, продолжительность светового дня в июне – 18 часов.

Анализировали по 100 типичных хорошо развитых растений каждого образца, выращенных в полевых условиях с площадью питания 30 x 10 см. Подсчитывали число вегетативных узлов на стебле, фиксировали продолжительность вегетативного (фаза всходы – начало цветения) и вегетационного периодов. Для сравнения темпов развития растений в различных условиях рассчитывали морфохрон вегетативного узла – частное от деления продолжительности вегетативного периода популяции на среднее число узлов ЗВС растений популяции.

Результаты и обсуждение

Оценка данного набора образцов по продолжительности периода вегетации выявила четкие межсортные различия (табл. 1). Продолжительность вегетационного периода изученных образцов гречихи колебалась от 73 до 95 суток в Орле и от 87 до 125 суток в Пушкине, т.е. увеличилась при выращивании в более северном районе (в среднем на 17,8 сут). Наиболее сильной (29–42 сут) раз-

ница была у четырех образцов: из Китая, Канады, Непала и Приморского края (Россия). Минимальная разница в продолжительности периода вегетации составила 13 суток (к-1797, 1992, 2252, 2605 и 3020) при 14 – 20 сутках для большинства образцов. Увеличение продолжительности вегетации было связано с удлинением как вегетативного (всходы – начало цветения), так и генеративного (начало цветения – уборочная спелость) периодов в условиях г. Пушкина (табл. 1).

Таблица 1.

Продолжительность межфазных периодов вегетации образцов гречихи в 2007 году
в Орле и Пушкине, суток

№ кат. ИР	Происхождение	Всходы-цветение		Цветение-созревание		Всходы-созревание	
		Орел	Пушкин	Орел	Пушкин	Орел	Пушкин
143	Китай	3	49	56	69	9	118
218	Ставропольский край	33	44	47	54	80	98
647	Харьковская область	7	36	50	55	7	91
780	Красноярский край	9	37	46	53	5	90
873	Тюменская область	8	37	47	54	5	91
941	Хмельницкая область	6	40	51	54	7	94
1001	Бурятия	3	39	43	55	6	94
1039	Удмуртия	7	35	46	53	3	87
1108	Владимирская область	9	36	45	53	4	89
1463	Сумская область	3	36	42	55	5	91
1539	Читинская область	0	36	48	56	8	92
1543	Приморский край	5	49	49	74	4	123
1709	Орловская область	6	36	49	53	5	89
1797	Полтавская область	0	38	48	53	8	91
1895	Гомельская область	7	38	49	53	6	91
1992	Могилевская область	9	36	45	51	4	87
2252	Черниговская область	3	37	43	52	6	89
2479	Черкасская область	3	37	46	56	9	93
2605	Винницкая область	0	36	46	53	6	89
2635	Калининская область	7	37	46	54	3	91
2805	Татарстан	7	36	49	55	6	91
2976	Московская область	9	36	45	53	4	89
3020	Башкирия	8	37	48	52	6	89
3414	Брестская область	0	38	44	53	4	91
3484	Ленинградская область	0	40	49	54	9	94
3514	Новгородская область	7	36	47	54	4	90
3689	Кировская область	0	36	43	53	3	89
3810	Иркутская область	8	40	47	51	5	91
3928	Курская область	0	38	46	53	6	91
3948	Литва	0	41	47	51	7	92
3960	Гродненская область	2	41	44	56	6	97
4131	Канада	3	63	50	-	3	125
4300	Калининская область	0	39	46	52	6	91
4350	Непал	41	65	48	-	9	125

Подсчет средних затрат времени на формирование одного вегетативного узла ЗВС показал, что в условиях г. Пушкина морфохрон вегетативного узла достоверно продолжительнее (в 1,3–2,0 раза), чем в Орле (табл. 2).

Таблица 2.

Характеристика местных образцов гречихи по развитию зоны ветвления стебля
в двух экологических зонах (Орел, Пушкин, 2007 г.)

№ кат. ВИР.	Происхождение	Число узлов в ЗВС $X \pm t_{05} Sx$		Продолжительность вегетативного пе- риода, суток		Время формирования одного узла в ЗВС, су- ток	
		Орел	Пушкин	Орел	Пушкин	Орел	Пушкин
143	Китай	9,7±0,5	7,4±0,3	3	49	3,4	6,6
218	Ставропольский край	7,6±0,2	6,7±0,2	3	44	4,3	6,6
647	Харьковская область	5,6±0,2	5,0±0,2	7	36	4,8	7,2
780	Красноярский край	4,5±0,3	4,1±0,2	9	37	6,4	9
873	Тюменская область	5,1±0,2	4,6±0,2	28	37	5,5	8
941	Хмельницкая область	6,1±0,2	5,3±0,2	6	40	4,3	7,6
1001	Бурятия	5,3±0,3	5,0±0,2	3	39	6,2	7,8
1039	Удмуртия	4,3±0,4	3,8±0,2	7	35	6,3	9,2
1108	Владимирская область	4,8±0,2	4,3±0,2	9	36	6,04	8,4
1463	Сумская область	5,3±0,3	5,0±0,2	3	36	6,3	7,2
1539	Читинская область	5,9±0,2	5,9±0,2	0	36	5,1	6,1
1543	Приморский край	9,2±0,3	8,6±0,2	5	49	3,8	5,7
1709	Орловская область	5,2±0,3	4,9±0,2	6	36	5	7,4
1797	Полтавская область	6,1±0,2	5,6±0,2	0	38	4,9	6,8
1895	Гомельская область	4,9±0,3	4,5±0,2	7	38	5,5	8,4
1992	Могилевская область	4,8±0,2	4,3±0,2	9	36	6	8,4
2252	Черниговская область	5,1±0,3	4,8±0,2	3	37	6,5	7,7
2479	Черкасская область	6,5±0,3	5,8±0,2	3	37	5,1	6,4
2605	Винницкая область	5,5±0,2	4,9±0,1	0	36	5,5	7,4
2635	Калининская область	4,5±0,3	4,2±0,2	7	37	6	8,8
2805	Татарстан	4,9±0,2	4,3±0,2	7	36	5,5	8,4
2976	Московская область	4,6±0,2	4,0±0,2	9	36	6,3	9
3020	Башкирия	4,6±0,3	4,2±0,2	8	37	6,1	8,8
3414	Брестская область	4,9±0,3	4,8±0,2	0	38	6,1	7,9
3484	Ленинградская область	5,9±0,2	5,8±0,2	0	40	5,1	6,9
3514	Новгородская область	4,4±0,3	4,2±0,2	7	36	6,1	8,6
3689	Кировская область	4,4±0,2	3,9±0,2	0	36	6,8	9,2
3810	Иркутская область	4,7±0,4	4,2±0,2	8	40	6	9,5
3928	Курская область	6,5±0,6	5,5±0,2	0	38	4,6	6,9
3948	Литва	6,0±0,3	5,4±0,2	0	41	5	7,6
3960	Гродненская область	6,5±0,4	6,4±0,4	2	41	4,9	6,4
4131	Канада	8,0±0,4	7,6±0,3	3	63	4,1	8,3
4300	Калининская область	5,3±0,3	4,8±0,2	0	39	5,7	8,1
4350	Непал	9,3±0,5	7,8±0,2	1	65	4,4	8,3
	F	1,14 n.s.		4,41**			

Различия по длине вегетационного периода образцов в условиях Орла и Пушкина вполне объяснимы. В.А. Смирновым и В.А. Корнейчук [5] показано, что увеличение длины дня ведет к росту продолжительности вегетации. Повышенная температура компенсирует торможение в развитии растений гречихи, вызванное длинным днем, поэтому чувствительные к фотопериоду сорта, происходящие из Японии, Канады и Северного Китая, для прохождения этапа вегетативного развития требуют в условиях Центральной России (Орел) суммы активных температур от 250 до 300° С, а генеративного – от 637 до 757° С, что на 150° С больше, чем у сортов, возделываемых в России [6].

В то же время, межсортные различия сохранялись независимо от условий выращивания: между продолжительностью вегетации изученных популяций в обоих пунктах выявлена тесная положительная корреляция ($r = 0,90$).

Следует отметить, что у наиболее позднеспелых образцов к-143 из Китая, к-4131 из Канады, к-4350 Непала и к-1543 из Приморского края даже в условиях Пушкина цветение начиналось через 49-65 суток после всходов при общей продолжительности периода вегетации наиболее скороспелых образцов в этих условиях 87 – 89суток. Таким образом, образцы с высокой чувствительностью к фотопериоду даже в условиях наиболее длинного дня и пониженных температур не являются репродуктивно изолированными от скороспелых образцов северного происхождения – периоды цветения и плодообразования у них «перекрываются» и может произойти переопыление и налив семян. В условиях более короткого дня и более благоприятного температурного режима они переходили к цветению лишь на 6–14 суток позже наиболее скороспелых образцов.

Условия выращивания оказали существенное влияние на развитие зоны ветвления растений изученных популяций гречихи: в условиях Орловской области у растений сформировалось достоверно больше узлов ЗВС (в среднем на 0,5 узла), чем в условиях Пушкина (табл. 2). Полученные данные согласуются с данными Г.Е Мартыненко [7]. Она, оценивая селекционные сорта гречихи в годы, различающиеся по среднесуточным температурам пришла к выводу, что низкому температурному режиму соответствовало самое низкое число вегетативных узлов на главном побеге, а повышенному температурному режиму – более высокое число вегетативных узлов. Наблюдавшийся размах изменчивости в зависимости от сорта и года составил 0,6–1,4 узла.

В то же время, межсортные различия по числу узлов ЗВС не зависели от условий выращивания – между результатами изучения в обоих пунктах выявлена очень тесная положительная корреляция ($r=0,97$).

Число вегетативных узлов на стебле тесно положительно коррелировало с продолжительностью вегетативного и вегетационного периодов в обоих пунктах изучения (табл. 3).

Таблица 3

Корреляция результатов изучения локальных популяций гречихи
в различных географических зонах (Орел, Пушкин, 2007 г.)

Признак	Продолжительность вегетативного периода, сут		Продолжительность генеративного периода, сут		Продолжительность вегетационного периода, сут	
	Орел	Пушкин	Орел	Пушкин	Орел	Пушкин
Число узлов ЗВС (Орел)	0,73	0,81	0,54	0,81	0,95	0,90
Число узлов ЗВС (Пушкин)	0,74	0,80	0,45	0,80	0,89	0,89

Таким образом, оценка популяций по числу узлов в зоне ветвления стебля позволяет достаточно точно характеризовать продолжительность их вегетации независимо от места проведения исследований.

Все изученные популяции отличались сложной структурой: каждая популяция была представлена серией морфотипов, различающихся по числу узлов ЗВС.

В таблице 4 для удобства сравнения приведены данные по числу узлов ЗВС в среднем для образца и процентные соотношения растений по величине ЗВС, объединенные для двух ближайших морфотипов. При выращивании в условиях Орла у 15 образцов отмечено наличие в популяции растений 5 морфотипов, у 11 образцов – 6 морфотипов, у 5 образцов – 7 морфотипов, у 2 образцов – 8 морфотипов, и по одному образцу имели в составе по 9 и 11 морфотипов. В Пушкине популяции состояли из 4 морфотипов (9 образцов), 5 морфотипов (13 образцов), 6 морфотипов (8 образцов), 7 морфотипов (2 образца), 9 морфотипов (2 образца), 11 морфотипов (1 образец). В обеих зонах преобладала структура популяции, состоящая из 5 морфотипов. Ядро же популяции в зависимости от образца в основном образуют 1–3 морфотипа. Так, у образцов к-780, 1039, 2635 (среднее число узлов ЗВС 3,8–4,2) в популяции преобладали морфотипы ЗВС 3–4; к-647, 941, 1463, 1709 (среднее число узлов ЗВС 4,9–5,3) – морфотипы ЗВС 4–5 и у к-218 – морфотипы ЗВС 7–8.

Таблица 4

Структура популяций гречихи в процентном соотношении морфотипов по числу узлов в зоне ветвления главного стебля (Пушкин, Орел, 2007 г.)

№ кат. ВИР	Пушкин						Орел						
	Число узлов ЗВС	растений в группе ЗВС, %					Число узлов в ЗВС	растений в группе ЗВС, %					
		BC ₃₋₄	BC ₅₋₆	BC ₇₋₈	BC ₉₋₁₀	BC ₁₁₋₁₃		C ₃₋₄	BC ₅₋₆	BC ₇₋₈	BC ₉₋₁₀	BC ₁₁₋₁₃	BC ₁₄₋₁₅
143	7,4		24	49	22	2	9,7			19	37	29	
218	6,7		32	64	2		7,6		4	70	16		
647	5	3	60	7			5,6	7	9	14			
780	4,1	4	36				4,5	3	5	2			
873	4,6	1	59				5,1	7	7	6			
941	5,3	8	75	7			6,1	6	1	33			
1001	5	6	49	15			5,3	4	2	14			
1039	3,8	84	15	1			4,3	1	3	6			
1108	4,3	53	46	1			4,8	4	0	6			
1463	5	28	68	4			5,3	5	0	15			
1539	5,9	11	58	31			5,9	2	7	29	2		
1543	8,6		1	52	40	7	9,2			36	50	13	1
1709	4,9	35	56	9			5,2	7	4	9			
1797	5,6	12	75	13			6,1	1	2	25	2		
1895	4,5	51	44	5			4,9	9	8	13			
1992	4,3	53	47				4,8	9	7	4			
2252	4,8	38	57	4	1		5,1	8	6	16			
2479	5,8	8	67	24	1		6,5	1	0	46	3		
2605	4,9	28	72				5,5	6	9	15			
2635	4,2	68	31	1			4,5	2	3	5			
2805	4,3	65	35				4,9	6	2	2			
2976	4	82	17	1			4,6	2	7	1			
3020	4,2	63	37				4,6	9	3				
3414	4,8	38	57	5			4,9	4	1	5			
3484	5,8	10	64	26			5,9	5	5	30			
3514	4,2	70	29	1			4,4	8	3	9			
3689	3,9	81	17	2			4,4	1	5	4			
3810	4,2	64	34	2			4,7	0	7	3			
3928	5,5	18	64	18			6,5	7	0	53			
3948	5,4	24	55	21			6	8	8	43	1		
3960	6,4	14	39	40	3	4	6,5	3	9	49	9		
4131	7,6	2	20	53	20	5	8	2	5	49	26	8	
4300	4,8	39	59	2			5,3	3	9	8			
4350	7,8		9	68	22	1	9,3			5	54		2

В образцах из северных регионов значительно увеличивается доля наиболее многочисленных (модальных) морфотипов. Так, местные образцы из Удмуртии и Новгородской обл. (к-1039 и 3514) как в Орле, так и Пушкине имели около 70 % растений морфотипов ЗВС 3 – 4 и лишь 15 – 20 % растений с ЗВС 5 – 6.

Самой сложной структурой отличались наиболее позднеспелые популяции: к-143 (Китай), к-4131 (Канада), к-4350 (Непал) и к-1543 (Приморский край, Россия), в которых встречались ультрапозднеспелые растения морфотипов ЗВС 11 – 13 в условиях Пушкина и ЗВС 14 – 15 в условиях Орла (табл. 4).

Следует отметить, что ни одна из изученных популяций не является абсолютно изолированной группой: даже в самых скороспелых популяциях (к-1039, к-1992, к-3514, к-3689) присутствуют

морфотипы ЗВС 7–8, присутствующие в наиболее позднеспелых популяциях (к-143, к-1543, к-4131, к-4350). Наличие таких малочисленных «страховых» морфотипов, по-видимому, обеспечивает не только быструю адаптивную перестройку структуры популяции при резком изменении внешних условий [8], но и устранение репродуктивных барьеров между популяциями с резко различающейся продолжительностью вегетационного периода.

В нашем опыте в разных природно-климатических условиях наиболее продолжительным периодом вегетации характеризовались образцы гречихи со средним числом узлов ЗВС более семи – из Китая, Канады, Непала и Приморского края (Россия). У образцов с меньшим числом узлов различия по продолжительности периода вегетации в обеих зонах были не столь ощутимыми.

Таким образом, число вегетативных узлов на главном побеге подвержено довольно значительным колебаниям под влиянием условий выращивания: в Северном регионе, где недостаток тепла и избыток фотопериода приводят к замедлению процесса формирования вегетативных узлов (морфохрон вегетативного узла в 1,3 – 2,0 раза выше, чем в Орле), наблюдается увеличение численности более скороспелых морфотипов. В то же время, межсортные различия по этому показателю достаточно стабильны и не зависят от внешних условий. Это свидетельствует о высокой информативности признака «число узлов ЗВС» для характеристики адаптивных свойств популяций гречихи, в частности, продолжительности периода вегетации. Выявлен полиморфизм популяций по числу узлов ЗВС, причем наибольшим полиморфизмом отличаются наиболее позднеспелые популяции. Фактически, все изученные популяции формируют один непрерывный ряд ЗВС-морфотипов, способных к переопылению между собой. Наличие такого полиморфизма позволяет предположить его важную роль в адаптации гречихи к изменению условий выращивания.

Литература

1. Фесенко Н.В., Фесенко Н.Н., Романова О.И., Алексеева Е.С., Суворова Г.Н. / Гречиха. Теоретические основы селекции растений. Т.5 Под ред. В.А.Драгавцева – СПб.; ГНЦ РФ ВИР, 2006.- 196 с.
2. Фесенко Н.В. Селекция и семеноводство гречихи / – М.:Колос, 1983.- 190с.
3. Фесенко А.Н. Новые методы селекции гречихи *Fagopyrum esculentum* Moench.// Автореф. дис. ... доктора биол. наук. Санкт-Петербург, 2009г.- 44с.
4. Фесенко Н.Н., Гуринович И.А. Моделирование отбора по величине зоны ветвления стебля у сортов гречихи, прошедших селекцию по этому признаку // Биологический и экономический потенциал зернобобовых, крупяных культур и пути его реализации.- Орел, 1999.- С.229-234.
5. Смирнов В.А., Корнейчук В.А. Гречиха и климат/ Л., 1970.- 324 с.
6. Лаханов А.П., Коломейченко В.В., Фесенко Н.В., Наполова Г.В., Музалевская Р.С., Савкин В.И., Фесенко А.Н. / Морфофизиология и продукционный процесс гречихи - Орел, 2004.- 435с.
7. Мартыненко Г.Е. Влияние условий года и репродукций на показатели формулы ветвления у мутантных сортов гречихи// В сб.: Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях.- Орел, 2008.- С. 202-211.
8. Фесенко Н.В., Фесенко А.Н., Романова О.И. Морфологическая структура популяций как основной элемент функциональной системы экологической адаптации гречихи обыкновенной *Fagopyrum esculentum* Moench. // Вестник Орел-ГАУ.- 2010.- №4.- С.47-52.

INFLUENCE OF GROWING CONDITIONS ON PLANT BRANCHING ZONE DEVELOPMENT IN BUCKWHEAT POPULATIONS FROM DIFFERENT REGIONS OF THE WORLD.

A.N. Fesenko

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

O.I. Romanova

FGBNU «VAVILOV'S INSTITUTE OF PLANT INDUSTRY»

Abstract: Taken in different regions of the world the 34 buckwheat samples from collection of Vavilov's Institute of Plant Industry were studied in two regions with different latitude and soil and climatic conditions; it was analyzed the branching zone development. It is shown that at St.-Petersburg experimental plot (lower heat with longer day) the share of plants with smaller number of nodes in stem branching zone (SBZ) was increasing. But average time of formation of one SBZ-node was increasing also: it is the main reason for prolongation of vegetation period in the conditions.

Keywords: common buckwheat, local populations, stem branching zone, period of vegetation.