

Адаптивный потенциал зерновых культур

УДК 633.1:581.14:631.524.85:58.05

doi: 10.15389/agrobiology.2014.5.66rus

**СОРТОВАЯ РЕАКЦИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА НИЗКИЕ
ТЕМПЕРАТУРЫ, УСЛОВИЯ ЗАКИСЛЕНИЯ И ИОНЫ АЛЮМИНИЯ****Н.М. КАРМАНЕНКО**

Один из критических периодов вегетации для яровых культур — фаза появления всходов. На проростках различных сортов яровых и озимых зерновых культур изучали ростовую реакцию растений на действие стрессоров. В опытах использовали яровую пшеницу (сорта Амир, Энгелина), яровой ячмень (сорта Суздалец, Нур), озимую пшеницу (сорта Мироновская 808, Московская 39) и озимую рожь (сорта Валдай, Крона). Определяли процентную всхожесть семян, суммарную длину корней, сухую массу корней и надземной части, убыль массы семян при прорастании, высоту побега, длину наибольшего корня. Учитывали соотношение средней длины корня в контроле и опыте (индекс длины корня — ИДК), массы целых растений, выращенных в кислой алюмосодержащей среде и в среде близкой к нейтральной (коэффициент устойчивости — КУ), сухой массы корня к сухой массе побега (корневой индекс — КИ). У устойчивых сортов яровой пшеницы Амир и ячменя Суздалец длина корня и высота побега уменьшались в условиях закисления, присутствия ионов алюминия и после низкотемпературного воздействия. Озимая пшеница Мироновская 808 характеризовалась повышенной интенсивностью ростовых процессов в корнях и надземной части в оптимальных условиях и после промораживания при закислении и в присутствии ионов алюминия. Сорт озимой пшеницы Московская 39 реагировал на негативные факторы среды снижением ростовых процессов. У сорта ржи Валдай увеличивалась длина корня после воздействия низких температур. Для неустойчивого сорта яровой пшеницы Энгелина было характерно увеличение длины корня и массы проростка в кислой среде при всех дозах алюминия в условиях охлаждения. КИ у озимой пшеницы Мироновская 808 увеличивался при повышении дозы алюминия, кислотности среды и низкотемпературном воздействии. Сорт озимой пшеницы Московская 39 характеризовался низкими величинами соотношения корень/побег при всех условиях выращивания. Показатель КИ у ржи не изменялся. Коэффициент ИДК у сортов яровой пшеницы Амир и ячменя Суздалец увеличивался в присутствии ионов H^+ , Al^{3+} и падал при низких температурах. У озимой пшеницы Мироновская 808 и ржи Валдай этот показатель также повышается в условиях закисления, присутствия ионов алюминия и после промораживания. Под влиянием низких положительных температур, закисления, ионов Al^{3+} падение массы прорастающих семян у сорта яровой пшеницы Амир происходило медленнее, у ячменя сорта Нур, озимой пшеницы Мироновская 808, Московская 39 и у ржи сорта Крона этот показатель увеличивался. В присутствии ионов H^+ и Al^{3+} у яровой пшеницы Энгелина и ячменя Суздалец всхожесть семян снижалась, у озимой пшеницы Мироновская 808 и ржи сорта Валдай — повышалась, у сорта озимой пшеницы Московская 39 — не изменялась. Таким образом, реакцию на закисление почв и повышенное содержание ионов Al^{3+} необходимо учитывать при подборе сортов для возделывания с целью снижения вредного влияния этих факторов на растения. Как рациональный подход следует рассматривать целенаправленное создание толерантных сортов зерновых культур.

Ключевые слова: толерантность, проростки, низкие температуры, заморозки, кислотность почвы, ионы алюминия, пшеница, ячмень, всхожесть семян, рост корня, развитие проростков.

Фаза появления всходов, когда растения испытывают кратковременное воздействие заморозков, — один из критических периодов вегетации для яровых культур. В последние годы исследования устойчивости яровых зерновых культур к стрессовым факторам ведутся на проростках. Озимые в осенний период закаливаются в условиях низких положительных и отрицательных температур (1-3).

Установлено, что плодородие почвы, кислотность и присутствие ионов алюминия служат важными показателями адаптационной способности растений. Низкие температуры приводят к уменьшению длины побегов и корней, в частности у ячменя (4-5).

Изучение морозостойкости озимых культур в период закаливания показало генотипическую зависимость механизмов адаптации в условиях температурного стресса (6-9). Велись наблюдения за реакцией растений на кислотность окружающей среды и присутствие ионов алюминия на фоне

охлаждения (10-13). Определено, что алюмоустойчивые формы озимой пшеницы характеризуются устойчивостью к неблагоприятным условиям зимовки (14). Низкотемпературный стресс на ранних стадиях развития может способствовать повышению других видов устойчивости у растений (15). Алюминий оказался более сильным стрессором, чем охлаждение (12, 16).

Целью нашей работы было изучение влияния низких температур, условий закисления и ионов алюминия на ростовые процессы у яровых (ячмень, яровая пшеница) и озимых злаков (озимая пшеница, рожь).

Методика. В опытах использовали яровую пшеницу (сорта Амир, Энгелина), яровой ячмень (сорта Суздалец, Нур), озимую пшеницу (сорта Мироновская 808, Московская 39) и озимая рожь (сорта Валдай, Крона). Исследование отзывчивости культур на кислотность среды и присутствие ионов алюминия проводили в чашках Петри по общепринятой методике (17-20). Семена проращивали при температуре 21 °С. Схема опыта включала следующие варианты: рН 6,0 (контроль); рН 6,0 + Al (20 мг/л по действующему веществу — д.в.); рН 6,0 + Al (40 мг/л по д.в.); рН 4,0 (контроль); рН 4,0 + Al (20 мг/л по д.в.); рН 4,0 + Al (40 мг/л по д.в.). Дозы алюминия испытывали на 7-суточных проростках по методике лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур (21, 22).

Для определения устойчивости растений к низкотемпературному воздействию семена яровой пшеницы и ячменя предварительно проращивали 3 сут при температуре +21 °С, затем помещали в холодильную установку с температурой +4 °С на 4 ч (9, 19, 23) и переносили в регулируемый термостат (+21 °С) на 2-3 сут. Трехсуточные проростки озимой пшеницы и ржи подвергали следующим воздействиям: закаливание 1 сут при +4 °С, промораживание 2 ч при -2 °С, оттаивание 1 сут при +2 °С, после чего их выращивали в течение 2-3 сут при +21 °С.

Определяли процентную всхожесть семян, суммарную длину корней, сухую массу корней и надземной части, убыль массы семян при проращении, высоту побега, длину наибольшего корня (21, 22, 24-26).

Диагностическими показателями при идентификации устойчивости генотипов к кислотности и ионам алюминия были соотношение средней длины корня в контроле и опыте (индекс длины корня — ИДК), массы целых растений, выращенных в кислой алюмосодержащей среде и в среде близкой к нейтральной (коэффициент устойчивости — КУ), отношение сухой массы корня к сухой массе побега (корневой индекс — КИ).

Статистическую обработку проводили дисперсионным методом в программе State.

Результаты. В условиях нейтральной среды (рН 6,0) при высоких концентрациях алюминия (40 мг/л по д.в.) у 7-суточных проростков яровой пшеницы сорта Амир отмечалось увеличение массы корней и высоты

1. Ростовые показатели 7-суточных проростков у различных сортов яровых культур под влиянием ионов алюминия, водорода и низкой температуры (лабораторный опыт, $n = 10$)

Вариант	Масса сухих растений, мг				Высота побега, см		Длина наибольшего корня, см	
	побег		корень		+21 °С	+4 °С	+21 °С	+4 °С
	+21 °С	+4 °С	+21 °С	+4 °С				
Яровая пшеница								
Сорт Амир								
рН 6,0	46	47	56	60	32,8	40,4	67,4	63,5
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	43	47	53	59	33,5	33,9	63,4	62,8
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	47	46	64	57	41,9	35,2	66,2	66,0
рН 4,0	49	58	54	59	34,7	41,9	56,8	69,1
рН 4,0 + Al, 20 мг/л	39	47	47	55	26,7	35,8	53,1	66,6
рН 4,0 + Al, 40 мг/л	30	27	47	48	26,8	21,1	62,2	51,7
НСР	5,37	11,50	6,04	—	3,98	5,04	5,53	4,29

<i>Сорт Энгелина</i>								
рН 6,0	37	35	55	71	29,3	35,3	57,9	64,9
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	39	38	62	64	31,2	32,0	56,2	58,8
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	31	37	57	69	30,8	33,2	57,6	62,6
рН 4,0	49	56	86	74	33,5	36,7	67,5	66,1
рН 4,0 + Al, 20 мг/л	30	57	52	83	28,8	37,4	59,7	64,0
рН 4,0 + Al, 40 мг/л	45	51	69	68	34,0	34,8	61,7	65,2
НСР	8,26	7,18	12,60	10,60	2,70	2,26	6,56	2,83
<i>Яровой ячмень</i>								
<i>Сорт Суздалец</i>								
рН 6,0	36	42	65	79	18,2	30,8	47,0	51,5
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	34	49	49	72	15,9	21,9	41,3	55,1
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	49	32	82	62	29,1	11,6	50,9	38,9
рН 4,0	32	48	64	63	12,2	11,5	40,5	46,3
рН 4,0 + Al, 20 мг/л	42	43	78	80	19,5	19,7	51,5	53,1
рН 4,0 + Al, 40 мг/л	31	30	64	66	16,0	7,03	36,0	46,1
НСР	8,36	6,66	11,60	10,30	3,37	4,02	5,43	5,31
<i>Сорт Нур</i>								
рН 6,0	32	51	75	86	6,7	26,8	57,9	64,9
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	34	34	84	76	12,7	10,1	57,8	51,1
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	47	43	84	79	9,9	13,3	60,2	50,1
рН 4,0	25	46	57	74	6,0	30,3	27,6	57,9
рН 4,0 + Al, 20 мг/л	34	41	59	73	8,5	28,0	42,7	57,4
рН 4,0 + Al, 40 мг/л	41	32	70	69	17,7	30,4	39,6	50,5
НСР	11,90	–	10,10	9,42	2,34	7,46	2,66	3,63

Примечание. Прочерки означают, что данные отсутствуют из-за погрешности программы..

2. Коэффициенты кислото- и алюмоустойчивости 7-суточных проростков у различных сортов яровых культур (лабораторный опыт, $n = 10$)

Вариант	КИ		ИДК, %		КУ	
	+21 °С	+4 °С	+21 °С	+4 °С	+21 °С	+4 °С
<i>Яровая пшеница</i>						
<i>Сорт Амир</i>						
рН 6,0	1,21	1,27	–	–	–	–
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	1,23	1,25	94,1	98,8	0,99	1,02
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	1,36	1,24	98,2	103,9	0,92	1,02
рН 4,0	1,10	1,01	84,3	108,8	0,93	1,04
рН 4,0 + Al, 20 мг/л	1,20	1,17	78,7	104,8	0,96	0,99
рН 4,0 + Al, 40 мг/л	1,56	1,77	92,3	81,4	0,99	1,04
<i>Сорт Энгелина</i>						
рН 6,0	1,48	2,02	–	–	–	–
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	1,58	1,68	97,1	90,6	1,04	1,09
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	1,83	1,86	99,5	96,4	0,99	1,06
рН 4,0	1,75	1,32	116,6	101,8	1,13	1,07
рН 4,0 + Al, 20 мг/л	1,73	1,45	103,1	98,6	1,10	1,09
рН 4,0 + Al, 40 мг/л	1,53	1,33	106,5	100,4	1,05	1,06
<i>Яровой ячмень</i>						
<i>Сорт Суздалец</i>						
рН 6,0	1,80	1,88	–	–	–	–
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	1,44	1,46	87,8	106,9	0,97	1,00
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	1,67	1,93	108,3	75,5	1,09	1,13
рН 4,0	2,00	1,31	86,1	89,9	1,04	1,10
рН 4,0 + Al, 20 мг/л	1,85	1,86	109,5	103,1	1,03	1,12
рН 4,0 + Al, 40 мг/л	2,06	2,20	76,6	89,5	1,06	1,16
<i>Сорт Нур</i>						
рН 6,0	2,34	1,68	–	–	–	–
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	2,47	2,23	99,8	78,7	1,03	1,06
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	1,78	1,83	103,9	77,1	1,05	1,07
рН 4,0	2,28	1,61	47,6	89,2	1,00	0,97
рН 4,0 + Al, 20 мг/л	1,73	1,78	73,6	88,4	1,01	0,95
рН 4,0 + Al, 40 мг/л	1,70	2,15	68,4	77,8	1,05	0,93

Примечание. КИ — корневой индекс, сухая масса корня/сухая масса побега; ИДК — индекс длины корня, длина корня (опыт)/длина корня (контроль); КУ — коэффициент устойчивости, масса растений (опыт)/масса растений (контроль). Прочерки означают, что такой показатель для указанного варианта не вычисляется.

побега, в то время как кислотность, равная рН 4,0, приводила к уменьшению массы и длины корня (табл. 1). У сорта Энгелина наблюдалась обратная зависимость: в кислой среде — увеличение длины корня, высоты побега и общей массы проростков. В кислой среде при средней дозе алю-

миния (20 мг/л) общая масса проростков и высота побега уменьшались у сортов Амир и Энгелина. Длина наибольшего корня снизилась у сорта Амир и повысилась у сорта Энгелина.

3. Всхожесть семян и убыль их массы за 7 сут у различных сортов зерновых культур под влиянием ионов алюминия, водорода и низкой температуры (лабораторный опыт, $n = 10$)

Вариант	Всхожесть, %	Убыль массы семян, мг	
		+21 °С	+4 °С
Яровая пшеница			
<i>Сорт Амир</i>			
pH 6,0	96,8	118	141
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	99,4	114	132
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	96,8	149	128
pH 4,0	97,4	139	139
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	98,8	105	137
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	98,0	89	96
НСР	–	28,7	–
<i>Сорт Энгелина</i>			
pH 6,0	96,8	134	154
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	95,4	134	122
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	99,4	137	136
pH 4,0	94,8	140	156
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	90,8	96	147
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	94,8	144	150
НСР	–	–	–
Яровой ячмень			
<i>Сорт Суздалец</i>			
pH 6,0	96,8	112	164
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	96,8	108	164
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	93,4	95	71
pH 4,0	89,4	86	104
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	87,4	116	104
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	87,4	74	63
НСР	–	11,6	46,4
<i>Сорт Нур</i>			
pH 6,0	97,4	140	136
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	96,8	135	129
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	93,4	137	134
pH 4,0	93,4	113	179
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	92,8	119	186
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	88,0	117	182
НСР	–	–	42,5
Озимая пшеница			
<i>Сорт Мироновская 808</i>			
pH 6,0	96,8	55	71
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	92,8	59	91
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	98,0	63	31
pH 4,0	96,0	103	111
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	95,4	103	115
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	96,0	108	111
НСР	–	41,6	34,2
<i>Сорт Московская 39</i>			
pH 6,0	96,0	110	63
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	95,4	112	62
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	95,4	120	62
pH 4,0	96,8	125	60
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	96,8	103	69
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	96,8	122	141
НСР	–	27,4	31,5
Озимая рожь			
<i>Сорт Валдай</i>			
pH 6,0	97,0	150	160
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	94,8	118	149
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	96,8	129	171
pH 4,0	95,0	151	153
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	97,0	175	187
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	96,8	139	159
НСР	–	21,3	–
<i>Сорт Крона</i>			
pH 6,0	91,4	113	110
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	89,0	87	85
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	89,0	123	65

pH 4,0	89,0	102	91
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	87,0	83	160
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	89,4	125	141
НСР	–	5,61	15,0

Примечание. Прочерки означают, что данные отсутствуют из-за погрешности программы.

При низких положительных температурах (+4 °С) у обоих сортов наблюдалась сходная реакция: кислотность среды приводила к увеличению массы и высоты побега, а также длины корня. Присутствие ионов алюминия в дозе 40 мг/л в кислой среде снижало эти показатели. В нейтральной среде под действием алюминия масса побега, корня и длина корня у сорта Амир не изменилась, высота побега уменьшилась. У сорта Энгелина отмечалось незначительное увеличение массы проростка, высоты побега и длины наибольшего корня.

Следовательно, устойчивость растений может быть охарактеризована по интенсивности ростовых процессов, отражающих совокупность метаболических изменений при любом типе стрессового воздействия (27-30). Многие авторы утверждают, что различия в устойчивости между сортами в начальный период вегетации сохраняются как генетический признак и у взрослых растений (21, 31, 32).

Мы установили, что у 7-суточных проростков сорта Амир величина ИДК под влиянием кислотности и ионов алюминия (pH 4,0 + Al, 40 мг/л) повышалась по сравнению с контролем (pH 4,0) и падала в условиях низких положительных температур (табл. 2). У сорта Энгелина наблюдалась противоположная реакция.

Значения КИ также зависели от условий среды. У сорта Энгелина они увеличивались под действием кислотности, ионов алюминия и низкой температуры. Сорт Амир оказался более устойчивым, о чем свидетельствовали постоянные или повышенные величины КИ и КУ в условиях охлаждения (+4 °С).

Об активности физиологических процессов при повышенной кислотности и возрастающих концентрациях ионов Al^{3+} в условиях низких положительных температур можно судить по убыли сухой массы семян при прорастании (табл. 3). У сорта яровой пшеницы Энгелина она увеличивалась, у сорта Амир — снижалась.

Показатель процентной всхожести семян можно считать диагностическим признаком устойчивости растений к стрессу (24-26). По нашим данным, всхожесть семян падала у сорта Энгелина и не изменялась у сорта Амир в кислой среде и на фоне повышенных доз алюминия.

Масса 7-суточных проростков ячменя уменьшалась на фоне небольших доз Al^{3+} и увеличивалась при дозе 40 мг/л. При температуре +21 °С высота и масса надземной части резко снижались в кислой среде, особенно у сорта Нур. На низкие положительные температуры этот сорт также реагировал в большей степени: при +4 °С отмечалось значительное увеличение высоты побега в кислой среде по сравнению с показателем у сорта Суздалец. Масса побега у сорта Нур уменьшалась при высоких дозах алюминия как в нейтральной, так и в кислой среде (см. табл. 1).

Длина наибольшего корня у 7-суточных проростков ячменя увеличивалась при дозе алюминия 20 и 40 мг/л в среде с pH 6,0 и снижалась при дозах алюминия 40 мг/л в кислой среде.

В условиях низких положительных температур наблюдалась иная реакция: уменьшение длины корня в нейтральной среде при использовании высоких доз алюминия, увеличение длины корня в кислой среде

на фоне невысоких доз алюминия, снижение длины корня при дозе Al^{3+} 40 мг/л и рН 4,0.

Известно, что в стрессовых ситуациях большая часть ассимилятов расходуется растениями на формирование корневой системы, вследствие чего отношение ее массы к массе надземной части увеличивается. Повышенные значения КИ были характерны для сорта Нур в условиях нейтральной и кислой среды на фоне ионов Al^{3+} как при оптимальной, так и при низкой положительной температуре (см. табл. 2). Восприимчивые к кислотности сорта обладают более высокими величинами КИ (33, 34). В наших опытах такая зависимость отмечалась у ячменя сорта Нур. Однако, по данным некоторых авторов (35, 36), в условиях повышенной кислотности в присутствии ионов алюминия наблюдается торможение ростовых процессов, особенно в корневой системе у менее устойчивого сорта.

Расчет ИДК позволил установить, что у 7-суточных проростков ячменя он был понижен в кислой среде и в присутствии ионов алюминия. Низкие положительные температуры способствовали уменьшению устойчивости этой культуры. Коэффициент КУ для обоих сортов не зависел от концентрации алюминия, кислотности среды и температурных условий выращивания. По данным И.Г. Широких с соавт. (22), значения ИДК и КУ остаются высокими у генотипов с избыточной реакцией на воздействие стресса.

У сорта Нур убыль массы семян при низких температурах на фоне кислой среды и алюминия увеличивалась (см. табл. 3). Всхожесть семян у обоих сортов падала в нейтральной среде в присутствии алюминия (40 мг/л). Кислотность среды и ионы алюминия в большей степени снижали этот показатель у сорта Суздалец.

Существует мнение, что Al^{3+} не влияет на всхожесть семян у культурных растений (30). Однако другие авторы отмечают депрессивное действие ионов алюминия на этот показатель и энергию прорастания (18, 37, 38). В наших опытах доза алюминия либо слабо влияла на всхожесть семян яровой пшеницы и ячменя, либо снижала ее.

4. Ростовые показатели 7-суточных проростков у различных сортов озимых культур под влиянием ионов алюминия, водорода и низкой температуры (лабораторный опыт, $n = 10$)

Вариант	Масса сухих растений, мг				Высота побега, см		Длина наибольшего корня, см	
	побег		корень		+21 °С	+4 °С -2 °С	+21 °С	+4 °С -2 °С
	+21 °С	+4 °С -2 °С	+21 °С	+4 °С -2 °С				
Озимая пшеница								
<i>Сорт Мироновская 808</i>								
рН 6,0	25	23	28	32	4,1	1,8	41,6	38,9
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	25	23	25	36	4,4	8,9	40,6	43,6
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	27	21	41	28	8,0	3,1	47,6	42,8
рН 4,0	31	32	39	45	10,1	14,4	49,2	57,6
рН 4,0 + Al, 20 мг/л	33	40	48	59	12,2	15,9	49,0	53,2
рН 4,0 + Al, 40 мг/л	38	39	57	48	19,1	14,5	53,0	51,8
НСР	7,22	4,20	7,27	5,57	1,20	2,13	-	6,22
<i>Сорт Московская 39</i>								
рН 6,0	67	61	87	71	31,3	31,7	57,0	51,7
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	54	87	74	102	16,6	38,0	44,7	57,4
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	68	93	89	102	32,1	38,8	59,5	62,0
рН 4,0	76	47	84	42	35,0	5,7	51,2	25,7
рН 4,0 + Al, 20 мг/л	63	64	85	70	29,0	28,3	51,0	48,1
рН 4,0 + Al, 40 мг/л	69	77	65	72	32,9	45,6	48,1	69,1
НСР	4,56	8,79	10,2	9,54	6,88	6,59	8,92	8,13
Озимая рожь								
<i>Сорт Валдай</i>								
рН 6,0	47	33	57	56	22,7	17,5	64,1	60,8
рН 6,0 + Al, 20 мг/л	38	45	50	51	10,4	13,9	55,8	62,2
рН 6,0 + Al, 40 мг/л	36	47	47	44	23,5	27,0	62,1	68,4

Продолжение таблицы 4

pH 4,0	49	58	60	72	23,4	34,6	57,9	70,7
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	49	59	67	68	27,6	36,5	76,4	82,0
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	45	61	57	63	23,6	41,0	62,5	84,1
НСР	5,74	6,97	6,36	5,41	3,12	4,71	6,48	6,39
<i>Сорт Крона</i>								
pH 6,0	65	53	63	63	26,2	21,0	64,5	53,4
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	44	55	66	66	14,2	16,1	50,3	46,8
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	69	57	68	53	27,6	11,4	65,6	44,0
pH 4,0	49	36	61	53	14,6	13,0	40,1	46,1
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	39	68	62	81	20,0	35,6	59,4	78,0
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	44	55	63	65	25,7	37,7	51,6	74,0
НСР	4,78	3,63	–	6,88	2,81	3,31	5,26	8,55

Примечание. Прочерки означают, что данные отсутствуют из-за погрешности программы.

Озимая пшеница Мироновская 808 в кислой среде и в присутствии ионов Al^{3+} увеличивала массу проростков и высоту побега (табл. 4). У сорта Московская 39 эти показатели уменьшались в нейтральной среде на фоне невысоких доз алюминия (20 мг/л) и не изменялись в кислой среде при высоких дозах алюминия (40 мг/л).

После закаливания и промораживания у растений сорта Московская 39 резко снижалась масса проростков и надземной части в условиях закисления. В кислой среде на фоне высоких доз алюминия эти показатели увеличивались.

Длина наибольшего корня у проростков сорта Мироновская 808 не изменялась в условиях кислой среды и увеличилась в присутствии высокой дозы алюминия (см. табл. 4). У сорта Московская 39 этот показатель уменьшался в нейтральной среде при дозе 20 мг/л и в кислой среде при дозе 40 мг/л. Закаливание и промораживание озимой пшеницы усилило ростовую реакцию корня у сорта Мироновская 808 в кислой среде и на фоне ионов Al^{3+} . Сорт Московская 39 при pH 4,0 реагировал на низкотемпературные воздействия резким снижением длины и массы корня.

5. Коэффициенты кислото- и алюмоустойчивости 7-суточных проростков у различных сортов озимых культур (лабораторный опыт, $n = 10$)

Вариант	КИ		ИДК, %		КУ	
	+21 °C	+4 °C –2 °C	+21 °C	+4 °C –2 °C	+21 °C	+4 °C –2 °C
Озимая пшеница						
<i>Сорт Мироновская 808</i>						
pH 6,0	1,12	1,39	–	–	–	–
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	1,00	1,56	97,5	112,1	0,98	0,96
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	1,51	1,33	114,4	110,0	1,01	1,07
pH 4,0	1,25	1,40	118,3	148,1	0,93	0,96
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	1,45	1,47	117,7	136,7	0,96	0,99
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	1,50	1,23	127,4	133,1	0,97	0,98
<i>Сорт Московская 39</i>						
pH 6,0	1,29	1,16	–	–	–	–
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	1,37	1,17	78,4	111,0	1,10	1,10
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	1,31	1,09	104,3	119,9	0,98	1,11
pH 4,0	1,10	0,89	89,8	49,7	0,98	1,00
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	1,34	1,09	89,4	93,0	1,00	0,99
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	0,94	0,93	85,4	133,6	0,94	0,88
Озимая рожь						
<i>Сорт Валдай</i>						
pH 6,0	1,21	1,69	–	–	–	–
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	1,31	1,13	87,1	102,3	1,04	1,05
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	1,30	0,93	96,8	112,5	1,00	0,97
pH 4,0	1,22	1,24	90,3	116,3	1,01	1,14
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	1,36	1,15	119,2	134,8	0,96	1,03
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	1,26	1,03	97,5	138,3	1,02	1,10
<i>Сорт Крона</i>						
pH 6,0	0,96	1,18	–	–	–	–
pH 6,0 + Al, 20 мг/л	1,50	1,20	77,9	87,6	1,02	1,07
pH 6,0 + Al, 40 мг/л	0,98	0,93	101,1	82,4	0,99	1,09

pH 4,0	1,24	1,47	62,2	86,3	0,98	0,98
pH 4,0 + Al, 20 мг/л	1,58	1,19	92,1	146,1	1,00	0,96
pH 4,0 + Al, 40 мг/л	1,43	1,18	80,0	138,6	0,91	0,93

Примечание. КИ — корневой индекс, сухая масса корня/сухая масса побега; ИДК — индекс длины корня, длина корня (опыт)/длина корня (контроль); КУ — коэффициент устойчивости, масса растений (опыт)/масса растений (контроль). Прочерки означают, что такой показатель для указанного варианта не вычисляется.

Соотношение длины наибольшего корня в опыте и в контроле (ИДК) зависит от кислотоустойчивости растений и определяет продуктивность и величину урожая (32). В наших экспериментах коэффициент ИДК у сорта Мироновская 808 повышался при увеличении дозы Al^{3+} и кислотности среды в большей степени, чем у сорта Московская 39 (табл. 5). После промораживания эта закономерность сохранялась у сорта Мироновская 808. У сорта Московская 39 ИДК понизился в условиях кислой среды.

Значения КУ были высокими во всех вариантах и не определялись генотипом растений.

В работе Э.П. Климашевского (39) масса целых растений, выращенных на среде, близкой к нейтральной, коррелирует со степенью их устойчивости к токсичным ионам. Считается, что устойчивые формы ряда культур обладают способностью сдвигать pH в сторону нейтральных реакций и ограничивать подвижность таких элементов (22, 27, 39, 40). Чем сильнее сдвиги в сторону нейтральных реакций, тем выше масса проростков, а генотип устойчивее к H^+ и Al^{3+} (39).

В наших опытах показатель КИ у сорта Мироновская 808 несколько увеличивался в зависимости от доз алюминия и кислотности среды при оптимальной температуре и после промораживания. Вероятно, в неблагоприятных условиях ассимиляты расходовались растениями озимых культур на формирование корневой системы, вследствие чего соотношение масса корня/масса побега возрастало.

У сорта Московская 39 КИ уменьшался в кислой среде на фоне дозы алюминия 40 мг/л при температуре $+21\text{ }^{\circ}C$ и после промораживания.

Показатель убыли массы семян при прорастании повышался у сорта Мироновская 808 в кислой среде и в присутствии алюминия, а также на фоне низких положительных температур (см. табл. 3). У озимой пшеницы Московская 39 невысокое значение убыли массы семян увеличивалось только после промораживания в кислой среде на фоне дозы алюминия 40 мг/л.

Всхожесть семян не изменялась в разных вариантах опыта у сорта Московская 39 и несколько увеличивалась у сорта Мироновская 808 в нейтральной среде в присутствии высоких доз алюминия.

Среди злаков особое место занимает рожь — растение умеренно-холодного климата. Эта культура менее чувствительна к почве и климатическим условиям. Рожь сравнительно хорошо переносит кислотность, но произрастает и на слабощелочных почвах. На ее урожай отрицательно влияет сильнокислая реакция почвы.

В опытах на проростках ржи сортов Валдай и Крона мы получили выраженную зависимость массы растений от кислотности почвы и содержания ионов алюминия (см. табл. 4). Для сорта Валдай установлено увеличение суммарной сухой массы проростков в условиях нейтральной и кислой среды на фоне высоких доз алюминия (40 мг/л) после промораживания. У сорта Крона кислотность среды оказала отрицательное действие только на массу растений.

Рожь сорта Валдай реагировала на присутствие ионов алюминия в

кислой среде увеличением суммарной длины корневой системы, особенно после низкотемпературной обработки проростков. Кислотность среды снижала длину корня у растений сорта Крона.

Показатель устойчивости ИДК у ржи зависел от концентрации алюминия и от кислотности среды. У сорта Валдай ИДК увеличивался в кислой среде на фоне Al^{3+} в оптимальных условиях и после промораживания (см. табл. 5). Кислотность раствора снижала ИДК у сорта Крона и повышала этот показатель после промораживания в кислой среде при обеих дозах алюминия. Величина КУ в условиях опыта не изменялась.

Соотношение КИ увеличивалось у сорта Крона в присутствии ионов H^+ и Al^{3+} при выращивании растений в оптимальных условиях (температура $+21\text{ }^{\circ}C$) и не изменялось после промораживания. Для сорта Валдай КИ был постоянным во всех условиях среды при подкислении и внесении ионов Al^{3+} , но уменьшался после низкотемпературного воздействия.

Известно, что ионы алюминия влияют на поглощение влаги и убыль массы семян при прорастании. В опыте с культурой ржи величина убыли семян увеличивалась в кислой среде на фоне Al^{3+} 20 мг/л. У сорта Валдай этот показатель снижался в нейтральной среде и при высоких дозах алюминия. Эта закономерность сохранялась после промораживания. У сорта Крона наибольшая убыль массы семян отмечалась в нейтральной и кислой среде при содержании алюминия 40 мг/л. Воздействие низких температур увеличивало показатель в условиях кислой среды на фоне всех доз алюминия. Всхожесть семян была выше у сорта Валдай и снижалась при подкислении.

Таким образом, ростовая реакция корневой системы и надземной части растений служит показателем устойчивости зерновых культур к стрессовому воздействию. Одни сорта яровых и озимых культур могут переносить повышенные концентрации H^+ , обменного Al^{3+} и низкие положительные температуры, рост и развитие других замедляется при тех же стрессовых условиях. Растений яровой пшеницы и ржи имели наибольшую длину корня во всех стрессовых ситуациях. Наименьшая длина корня и высота побега отмечена у озимой пшеницы Мироновская 808 и ржи, что, вероятно, связано со снижением ростовых процессов у озимых культур в период закаливания. Озимая пшеница и рожь не реагировали на кислотность среды и присутствие ионов алюминия. У яровой пшеницы интенсивность ростовых процессов не изменялась в кислой среде. В условиях высоких доз алюминия на фоне повышенной кислотности среды длина наибольшего корня и побега у этой культуры уменьшалась. Наблюдаемые различия ростовых реакций позволяют заключить, что рациональным способом снижения вредного влияния на растения кислотных почв и повышенного содержания ионов Al^{3+} можно считать создание толерантных сортов зерновых культур.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. К орты ше ва Е.А. Реакция фенологических групп *Triticum aestivum* L. на холодное прорастание. Науч.-техн. бюл. ВИР (СПб), 1993, вып. 230: 8-10.
2. Г л я н ь к о А.К. Экологическая пластичность растений пшеницы в связи с усвоением азота и температуры среды. Сельскохозяйственная биология, 2001, 1: 44-50.
3. Н е т т е в и ч Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2001, 3: 3-6.
4. H a m p s o n C.K., S i m p s o n G.M. Effect of temperature, salt and osmotic potential on early growth of wheat (*Triticum aestivum*). 2. Early seedling growth. Canad. J. Bot., 1990, 68(3): 529-532 (doi: 10.1139/b90-072).
5. I t o h S. Application of mechanistic model for phosphorus uptake by barley under low temperature conditions. Soil. Sci. Plant Nutr., 2002, 48(3): 441-445 (doi: 10.1080/00380768.2002.10409223).
6. Д а в ы д е н к о С.В., К л и м о в С.В., Т р у н о в а Т.И. О причинах различий в морозо-

- стойкости озимой ржи и пшеницы. 1. Ростовые процессы и ассимиляция CO₂ при холодном закаливании. Физиология растений, 1992, 39(3): 552-558.
7. Лось Д.А. Молекулярные механизмы холодоустойчивости растений. Вестник РАН, 2006, 75(4): 338-345.
 8. Veisz O., Bencze S., Janda T., Paldi E., Bedo Z. Changes in the activity of antioxidant enzymes in cereal species during the winter. Cereal Res. Commun., 2004, 32(4): 493-500.
 9. Мишарин С.И., Колесниченко А.В., Антипина А.И., Войников В.К. Влияние низких температур на синтез белков озимой ржи и пшеницы. Тез. докл. Второго съезда Всесоюзного общества физиологии растений. Минск, 1992, т. 2: 139.
 10. Зауралов О.А., Лукаткин А.С., Шаркаев Э.Ш. Внутриклеточный рН тканей листа кукурузы в динамике охлаждения различной интенсивности. Известия РАН, серия биология, 1997, 1: 96-99.
 11. Пухальская Н.В., Хоботова Т.М., Евменова С.Н., Давыдова Н.С. Ацидофицирующая активность двух генотипов яровой пшеницы при охлаждении. Агрохимия, 2002, 6: 91-95.
 12. Гурин А.И. Устойчивость яровой пшеницы к охлаждению и алюминию на разных уровнях калийного питания. Бюл. Всес. науч.-иссл. института удобрений и агропочвоведения (М.), 2003, вып. 118: 48-49.
 13. Лукаткин А.С. О развитии повреждений у растений кукурузы при внезапном и постепенном охлаждении. Сельскохозяйственная биология, 2003, 5: 63-68.
 14. Косарева И.А., Семенова Е.В. Лабораторный скрининг видов пшеницы на алюмотолерантность. Доклады РАСХН, 2005, 5: 5-7.
 15. Балашова И.Т., Супрунова Т.П., Урсул Н.А., Пивоваров В.Ф., Ведадеваге Сунила Прадипа Кумари, Гужов Ю.Л. Последствие низкотемпературного стресса на ранних стадиях развития у исходного материала и гибридов F₁ томата. Сельскохозяйственная биология, 2008, 3: 62-71.
 16. Казарин И.Е. Диагностика алюмотолерантности озимой ржи. Науч.-инф. бюл. ВИР (СПб), 2003, вып. 242: 104-105.
 17. Фокина И.В. Оценка комплексной устойчивости растений на примере яровой пшеницы. В сб. студ. работ Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева. М., 1996: 25-32.
 18. Нго Кэ Сьонг. Рост и развитие риса в условиях алюминиевой кислотности и возможности повышения продуктивности. Киев, 1989.
 19. Угаров Г.С. Особенности физиологических процессов у растений при низких положительных температурах в связи с изменениями состояния воды. Автореф. докт. дис. М., 1997.
 20. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. Методическое руководство. Л., 1988.
 21. Лисицын Е.М. Методика лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур. Доклады РАСХН, 2003, 3: 5-7.
 22. Широких И.Г., Шуплецова О.Н., Худякова Т.В. Оценка различных показателей, тестирующих устойчивость ячменя к токсичности ионов водорода и алюминия. Доклады РАСХН, 2001, 1: 13-17.
 23. Боровский Г.Б., Ступникова И.В., Антипина А.И., Войников В.К. Накопление белков, иммунохимически родственных дегидринам, в митохондриях растений при действии низкой температуры. Доклады РАН, 2000, 371(2): 251-254.
 24. Савин В.Н., Никитина А.И. Морозостойкость озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания. Доклады РАСХН, 1993, 5: 7-9.
 25. Шерепитко В.В. Межсортные различия сои по холодоустойчивости в период прорастания семян. Сельскохозяйственная биология, 1999, 5: 66-69.
 26. Ларионов Ю.С., Исламов М.Н. Прогностические показатели лабораторной оценки урожайных свойств семян. В сб.: Научные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Техника в сельском хозяйстве. Челябинск, 2001: 24-28.
 27. Родина Н.А., Щенникова И.Н. Скрининг генотипов ячменя, толерантных к ионам А³⁺ на кислых почвах. В сб.: Новые методы селекции озимых колосовых культур. Уфа, 2001: 151-158.
 28. Топчиева Л.В. Влияние рН питательной среды на рост проростков пшеницы и ячменя. Тез. докл. IV Молодежной научной конференции Института биологии «Актуальные проблемы биологии». Сыктывкар, 1996: 126.
 29. Tabuchi A., Matsumoto H. Changes in cell-wall properties of wheat (*Triticum aestivum*) root during aluminum-induced growth inhibition. Physiologia Plantarum, 2001, 112(3): 353-358.
 30. Сынзыныс Б.И., Никольская О.Г., Буланова Н.В., Харламова О.В. О действии алюминия на проростки пшеницы при разных значениях рН среды культивирования. Сельскохозяйственная биология, 2004, 3: 80-84.
 31. Иванов М.В., Иванова Н.В., Соколова Н.В. Адаптация растений к ионам алюминия как стратегия современной селекции ярового ячменя. В сб.: Биологизация интенсификационных процессов — перспективное направление в земледелии и растениеводстве на Северо-Западе РФ. СПб—Пушкин, 2001: 95-97.

32. Баталова Г.А., Лисицын Е.М. Генотипическая корреляция в селекции овса на кислотоустойчивость. Доклады РАСХН, 2002, 4: 6-9.
33. Южанин Е.В., Рубцова Н.Е., Эль-Альван Е.О., Герасимова С.П., Гремских О.А., Лисицын Е.М. Оценка зерновых культур на кислотоустойчивость в условиях почвенных культур. В сб.: Сельскохозяйственная наука Северо-Восточной европейской части России. Киров, 1995, т. 2: 71-77.
34. Кропотов А.В., Герасимова С.П. Физиолого-биохимическая сортоспецифичность овса по отношению к токсическому действию алюминия (оценка кислотоустойчивости сортов). Доклады РАСХН, 1997, 6: 3-5.
35. Барсуков П.А., Макарикова Р.П. Зависимость продуктивности культур от параметров кислотности супесчаной дерново-подзолистой почвы в Западной Сибири. Агрохимия, 1999, 1: 28-35.
36. Софронов А.А., Неверова О.И. Влияние алюминия на проростки зерновых культур в условиях гипоксии (Комплексное воздействие избытка алюминия, гипоксии и повышенный почвенной кислотности на проростки овса и ячменя). В сб.: Экологические проблемы Севера. Архангельск, 2001, вып. 4: 179-180.
37. Иванова Л.В., Касинова Г.В. Устойчивость перспективных линий ячменя к повышенной кислотности селективных сред. В сб.: Морфогенетические показатели продуктивности растений и использования их в селекционно-семеноводческой работе. М., 1990: 41-45.
38. Амосова Н.В., Сынзыныс Б.И. О комбинированном действии алюминия и железа на проростки ячменя и пшеницы. Сельскохозяйственная биология, 2005, 1: 85-87.
39. Климашевский Э.П. Генетические аспекты минерального питания растений. М., 1991.
40. Wood M.A. A mechanism of aluminum toxicity to soil bacteria and possible ecological implications. Plant and Soil, 1995, 171(1): 63-69 (doi: 10.1007/BF00009566).

*ГНУ Всероссийский НИИ агрохимии
им. Д.Н. Прянишникова Россельхозакадемии,
127550 Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, 31А,
e-mail: bolsh1@mail.ru*

*Поступила в редакцию
15 октября 2012 года*

RESPONSE TO LOW TEMPERATURE, SOIL ACIDIFICATION AND ALUMINIUM IN THE VARIETIES OF CEREAL CROPS

N.M. Karmanenko

*D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Agricultural Sciences, 31A, ul. Pryanishnikova, Moscow, 127550 Russia, e-mail bolsh1@mail.ru
Received October 15, 2012*

doi: 10.15389/agrobiol.2014.5.66eng

Abstract

Seedling stage is critical in the vegetation of spring varieties. We examined growth of three spring and winter cereal crops, using seeds and seedlings, influenced by temperature and soil stressors. Under controlled conditions, eight varieties were studied: Amir and Engelina (spring wheat), Suzdalets and Nur (spring barley), Mironovskaya 808 and Mironovskaya 39 (winter wheat) and Valdai and Krona (winter rye). In the experiments the percentage of seed germination, the rate of seed weight loss during germination, the total length of roots, the shoot length, the length of the longest root, the dry weight of roots and aboveground parts were investigated. Also there were calculated the rates of an average root lengths of the influenced to control seedlings (root length index — RLI), the weight of seedlings under acidic conditions with Al^{3+} to that under neutral pH (resistance coefficient — RC), and the dry weights of roots to shoots (root index — RI). In the tolerant spring wheat and barley varieties (Amir and Suzdalets, respectively), the root and shoot lengths decreased under acidification, Al^{3+} influence and low temperature impact. In winter wheat Mironovskaya 808 the intensive growth of roots and aboveground parts was observed under optimal conditions and after freezing at acidification and Al^{3+} influence. In the stressed plants of winter wheat Moskovskaya 39 the growth activity was depressed. In winter rye Valdai the low temperature caused an increase of root length. In sensitive spring wheat variety Engelina the root length and the seedling weight increased in acidic conditions with Al^{3+} at low temperature. In winter wheat Mironovskaya 808 the higher RI was observed, when the Al^{3+} concentration and acidity rose, and under the influence of low temperature. Winter wheat Moskovskaya 39 showed a low root to shoot ratio in all conditions. In rye plants the RI did not change. In spring wheat Amir and barley Suzdalets the RLI values rose in presence of H^+ , Al^{3+} and came down at low temperatures. In winter wheat Mironovskaya 808 and rye Valdai this index also rose under acidification, in presence of Al^{3+} and after freezing. At low positive temperatures, acidification and Al^{3+} the rate of seed weight loss was lower. And, in contrast, this parameter increased in barley Nur, in winter wheats Mironovskaya 808 and Moskovskaya 39, and in rye Krona after freezing. Under H^+ and Al^{3+} influence the seed germination decreased in spring

wheat Engelina and barley Suzdalets, increased in winter wheat Mironovskaya 808 and rye Valdai, and remained unchanged in winter wheat Moskovskaya 39. So, to reduce the impact of soil acidification and high Al^{3+} concentration under plant cultivation the variety response to these factors should be considered. As a rational approach, the purposeful creation of tolerant cereal varieties should also be used.

Keywords: tolerance, seedling, low temperature, freezing, soil acidification, aluminium ions, wheat, barley, rye, seed germination, root growth, seedling development.

Юбилейные даты

В.П. Головин: агроном, ученый, общественный деятель (к 75-летию)

Заслуженный деятель науки и техники АР Крым, президент Крымского Международного института Нетрадиционного растениеводства, экологии и здоровья (КМИНРЭЗ), академик УЭАН, НАНГ, МАЭН, доктор сельскохозяйственных и философских наук, главный редактор и организатор ежегодных международных научных симпозиумов «Охрана био-ноосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и здоровье», Виктор Петрович Головин является образцом преданности науке, земледелию, основанному на поликультурах и высокоадаптивных агрофитоценозах.

Виктор Петрович Головин родился 17 ноября 1938 года в г. Донецке. Окончив Луганский сельскохозяйственный институт и получив диплом ученого-агронома, он начал свою трудовую деятельность в районах Донецкой области. В марте 1966 года поступил в очную аспирантуру Украинского ордена Ленина научно-исследовательского института растениеводства, селекции и генетики им. В.Я. Юрьева (г. Харьков) — всемирно известной школы селекционеров-генетиков. В 1971 году защитил кандидатскую диссертацию, затем работал на Полтавской опытной станции, во Всесоюзном НИИ эфиромасличных культур (г. Симферополь). За период научной деятельности В.П. Головиным создано 57 сортов и гибридов различных сельскохозяйственных культур, а также большая генетическая коллекция технических эфиромасличных и лекарственных как традиционных, так и нетрадиционных видов растений. В 1998 году Виктор Петрович на базе основанного им в 1989 году селекцентра «Фитодар» организует и возглавляет при поддержке Верховного Совета Автономной Республики Крым Крымский международный институт нетрадиционного растениеводства, экологии и здоровья. Все эти годы в институте реализуется концепция экологически чистого высокоэффективного получения сельскохозяйственной продукции и сырья для пищевой, фармацевтической, легкой и других отраслей промышленности. Основными направлениями деятельности института остаются получение высокоадаптивных сортов и гибридов растений на базе нетрадиционных или дикорастущих представителей мирового генофонда, без ГМО; создание в Крыму международного эколого-генетического банка растений под открытым небом и хранилища семян традиционных сортов, а также редких нетрадиционных видов; развитие системы землепользования на основе поддержания биосферы; разработка биотехнологий рекультивации земель, фитомелиорации засоленных земель и деградированных пастбищ. Еще одно направление деятельности В.П. Головин — создание Международного центра здоровья на основе концепции сближения медицинских и лечебно-оздоровительных технологий Востока и Запада.

Огромная заслуга Виктора Петровича Головина — ежегодно (в течение 23 лет) организуемые им Международные симпозиумы «Охрана био-ноосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и здоровье». Они собирают ученых из стран СНГ, Китая, Польши, Болгарии, Сербии, Румынии и др., в центре внимания которых — несоответствие естественной регуляции биосферы и целей современного общества потребления. Лидерство Виктора Петровича Головина с его научно-философским анализом, глубокой интуицией играет существенную роль в формировании мировоззренческих позиций участников симпозиумов. В области образования симпозиумы призывают к сохранению в высшей школе цикла философских, эколого-экономических и социально-политических наук, а также введению курса гуманитарной биологии и экологии (ее общеполитические, биополитические, этические и другие аспекты).

Осознавая целый ряд социальных проблем, требующих политического решения, помимо научной работы, Виктор Петрович активно включается в общественную деятельность. Так, с 2006 по 2011 годы В.П. Головин — депутат Алуштинского горсовета; с 2011 — председатель общественной организации «Крымские ученые и интеллигенция эколого-социальной защиты», сейчас В.П. Головин — член Президиума организации «Выбор Крыма — Единая Русь».

Пожелаем же Виктору Петровичу Головину, которому в прошлом году исполнилось 75 лет, здоровья и неутомимой деятельности на благо Родины.

Е.Р. Карташова