

АГРОФИЗИОЛОГИЯ

Т. С. СУЛАКАДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЛЬДА В ЗАМЕРЗШИХ ОЗИМЫХ РАСТЕНИЯХ

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 15 III 1939)

Согласно современной теории вымерзания смерть клеток при действии мороза рассматривается как результат обезвоживающего и механически деформирующего действия льда (3, 7). Так как решающим моментом с этой точки зрения является количество льда, образующегося вне клеток, то в основу морозоустойчивости была положена водоудерживающая способность растений (1, 2, 4, 5, 6, 8, 9). Однако наши сведения о количестве льда, имеющегося в растениях при различных низких t° , являются крайне скудными. Поэтому интересно было определить количество льда, которое образуется в закаленных и незакаленных озимых растениях. Определение количества льда проводилось калориметрическим методом в молодых озимых растениях и в выжатом из них соке. Количество льда в растениях озимой пшеницы при разных низких t° дано в табл. 1.

Таблица 1

Количество льда в растениях озимой пшеницы
(в % от всей воды)

Сорта	-7°	-10°	-11°	-12°	-13°	-14°	-15°	-16°	-16.5	-17°	-18°	-19°
<i>Sea</i>												
23 IX	—	78	—	—	77	—	90	—	—	—	—	—
5 X	63	—	—	71	—	—	—	73	—	—	78	—
20 X	—	—	67	—	—	78	—	—	79	—	—	84
14 XI	—	—	—	58	62	64	65	—	—	67	—	70
4 XII	—	—	—	—	—	—	62	64	—	66	—	69
<i>0760</i>												
23 IX	—	79	—	—	86	—	91	—	—	—	—	—
5 X	61	—	—	60	—	—	—	69	—	—	75	—
20 X	—	—	65	66	—	74	—	—	83	—	—	85
14 XI	—	—	—	—	61	61	63	—	—	64	—	69
4 XII	—	—	—	61	—	—	63	64	—	65	—	68

Из этих данных следует, что после закаливания количество льда в растениях уменьшается. При замораживании растений так же, как и при

замораживании чистых растворов сахаров, главная масса воды замерзает при t° до -7° — 10° , при дальнейшем понижении t° количество льда возрастает очень медленно.

Количество выживших растений после их замораживания до тех же t° , при которых определялось количество льда, образовавшегося в растениях, приводится в табл. 2.

Таблица 2
Количество выживших растений озимой пшеницы в %

Сорта	-7°	-10°	-11°	-12°	-13°	-14°	-15°	-16°	$-16^{\circ}.5$	-17°	-18°	-19°
<i>Svea</i>												
23 IX	—	0	—	—	0	—	0	—	—	—	—	—
5 X	100	—	—	35	—	—	—	—	0	—	0	—
20 X	—	—	30	45	—	46	—	—	0	—	—	0
14 XI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 XII	—	—	—	100	—	—	65	—	—	17	—	3
<i>0760</i>												
23 IX	—	0	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—
5 X	100	—	—	50	—	—	—	6	—	—	0	—
20 X	—	—	37	38	—	71	—	—	20	—	—	0
14 XI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 XII	—	—	—	100	—	—	70	—	—	20	—	3

Сопоставление табл. 1 и 2 показывает, что отмирание незакаленных растений происходит при образовании в них 78—79% льда. Те же количества льда переносятся растениями в закаленном состоянии с меньшими повреждениями. Отсюда можно заключить, что смерть клеток при вымерзании обуславливается не одним только количеством льда, поскольку закаленные растения выживали при большем его содержании. Мейер (6) нашел, что увеличение количества связанной воды не играет большого значения в морозоустойчивости хвой и сосны. По его предположению причина устойчивости лежит в еще невыясненных физико-химических свойствах протоплазмы. Согласно высказываемому Тумановым предположению устойчивость растений к низким t° наряду с другими факторами зависит еще и от устойчивости самой протоплазмы, поверхностный слой которой повидимому обладает способностью под влиянием определенных внешних условий перестраиваться так, что ее устойчивость к механическому давлению повышается. Предварительные опыты по определению устойчивости закаленных и незакаленных клеток озимой пшеницы к механическому давлению показали большую устойчивость у первых. Устойчивость определялась по количеству сока, выжатого при прессовании (табл. 3).

Периодическое определение содержания воды в растениях показало, что оно изменяется незначительно; от 29 IX по 3 XII колебания в содержании воды выразились в 3—5%. Количество сухого вещества по мере закаливания растений увеличивалось с октября по декабрь с 5.5% до 7.5% у сорта *Svea* и с 6.5% до 9.5%—у сорта *0760*.

Таблица 3

Количество выжатого из закаленных растений озимой пшеницы сока (в % от всей воды)

Сроки выдавливания сока	Сорт <i>Svea</i>	Сорт <i>0760</i>
11 октября	28	28
21 »	26	28
1 ноября	24	26
13 »	23	25
21 »	18	18
1 декабря	18	18
9 »	18	17

Испытание защитного действия выжатого из закаленных растений сока на клетки красной капусты и свеклы показали, что оно ниже защитного действия изотонического раствора сахара.

Данные по замораживанию сока, выжатого из разной степени закаленных растений озимой пшеницы, приводятся в табл. 4.

Таблица 4

Количества льда в соке, выжатом из растений озимой пшеницы (в % от всей воды)

Сроки выдавливания сока	Сорт <i>Seva</i>					Сорт <i>0760</i>				
	-11°	-14°	-16°	-18°	-20°	-11°	-14°	-16°	-18°	-20°
20 X	—	78	83	88	89	—	76	81	84	87
17 XI	76	78	80	82	—	71	77	79	81	—
8 XII	74	77	78	79	—	72	75	78	79	—

Ход замерзания растительных образцов отличен от хода замерзания выжатого из них сока. Количество льда при одной и той же t° в растениях меньше, чем в выжатом соке. По мере закаливания количество трудно замерзающей воды в растениях повышается быстрее, чем в соке. Повидимому количество незамерзающей воды обуславливается не только величиной осмотических свойств клетки.

Процесс закаливания сказывается также на отношении растений к быстроте оттаивания. Закаленные растения, замораживаемые при $t^{\circ} - 10^{\circ}$, при быстром оттаивании в калориметре оставались живыми, тогда как мало закаленные погибали.

Выводы. Калориметрическое определение показывает, что при закаливании озимой пшеницы количество льда, образующегося в растениях, уменьшается. Сопоставление количества льда, образующегося в растениях, с t° вымерзания растений показывает, что полного соответствия между этими величинами нет. Это дает основание предполагать, что при процессе закаливания увеличивается также устойчивость клеток к механическому давлению льда.

Испытания устойчивости закаленных и незакаленных клеток озимой пшеницы к механическому давлению, получаемому в гидравлическом прессе, говорят в пользу данного предположения. Количество льда в растениях обуславливается не только осмотическим давлением, что видно из сопоставления количества льда в растениях и в выжатом соке.

Сравнение защитного действия выжатого из растений сока и изотонического раствора сахара показывает, что защитное действие выжатого сока меньше, чем чистого раствора сахаров. Это очевидно объясняется присутствием в соке веществ с слабым защитным действием.

Заведующему физиологической лабораторией И. И. Туманову выражаю благодарность за ценные советы.

Поступило
17 III 1939.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ R. Harvey, Journ. of Agr. Res., 15, № 6 (1918). ² Е. Лебединцева, Тр. пр. бот., ген. и сел., 23, вып. 2 (1930). ³ Н. Максимов, Изв. Лесного ин-та, вып. 25 (1913). ⁴ Н. Максимов, Тр. пр. бот., ген. и сел., 22, вып. 1 (1929). ⁵ J. Martin, Journ. Agr. Res., 35 (1927). ⁶ В. Meyer, Amer. Journ. of Bot., 15, № 6 (1928). ⁷ H. Müller-Thurgau, Landw. Jahrb., 9 (1880); 15 (1886). ⁸ R. Newton, Journ. Agric. Sci., 14 (1924). ⁹ J. Rosa, Univ. of Missouri, Agr. Exp. Sta. Res. Bull., 48 (1921).