ТРУДЫ КАРЕЛЬСКОГО ФИЛИАЛА АКАДЕМИИ НАУК СССР

Выпуск XXIX Растения и почвы Карелии 1961

З. Ф. СЫЧЕВА, З. А. БЫСТРОВА

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ НА ВЫНОС ЗОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И АЗОТА ОТДЕЛЬНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Опыт земледельцев северных районов показывает, что на холодных почвах растения нуждаются в повышенных дозах минеральных удобрений. В связи с этим встает вопрос, как влияет низкая температура почвы на усвоение растениями элементов минерального питания. Литературные данные по этому вопросу очень ограничены. Есть материалы, указывающие на то, что низкая температура в зоне корней затрудняет поступление минеральных веществ в растения. Г. К. Самохвалов (1938) указывал на отрицательное влияние пониженной температуры внешнего раствора на поглощение фосфора растениями.

В. П. Дадыкин (1952) изучал содержание общего и белкового азота, а также фосфорной кислоты у ячменя, выращенного на охлажденной и неохлажденной почве. Определение содержания этих элементов проводилось в конце вегетационного периода — в момент уборки. Выяснилось, что низкая температура почвы (3—6°) не препятствует поступлению азота в растения, но количество белкового азота у растений холодных вариантов было снижено. Поступление фосфорной кислоты при температуре 3—6° также затруднено. В результате этого автор высказал предположение, что у растений холодных вариантов синтез белков задерживается из-за недостатка фосфора.

Опыты В. Н. Сухаревой (1951) с водными культурами также показали, что растения плохо усваивают азот и фосфор из охлажденного питательного раствора.

По данным А. И. Коровина и др. (1957), наоборот, содержание зольных элементов и азота у растений в момент их уборки было выше на охлажденной почве.

З. И. Журбицкий и Д. В. Штраусберг (1950) и Д. В. Штраусберг (1955) изучали влияние температуры корнеобитаемого пространства на поглощение растениями фосфора, азота, кальция и калия. Было выяснено, что низкая температура в зоне корней (6—10°) сильно задерживала рост и развитие растений, а также в сильной степени снижала поступление азота, фосфора и кальция и меньше влияла на поступление калия. Повышение концентрации этих элементов в охлажденном корнеобитаемом пространстве положительно влияло на усвоение растениями фосфора. В поступлении азота этого не наблюдалось.

В большинстве перечисленных работ влияние температуры корней на поглощение элементов минерального питания изучалось или в кратковременных опытах или в период конца вегетации. Отсутствуют данные о влиянии температуры почвы на вынос зольных веществ в течение всего вегетационного периода, начиная с появления всходов и до уборки. Они необходимы, так как по содержанию элементов минерального пита-

ния в растениях в момент уборки еще нельзя судить об истинной картине поступления минеральных веществ в растение. Кроме того, потребность растений в элементах минерального питания на различных фазах развития неодинакова. Зная потребность растений в минеральных веществах в ту или иную фазу развития, можно эффективнее использовать удобрения.

В задачу нашего исследования входило изучение влияния температуры почвы на вынос зольных элементов (фосфора, кальция, калия, магния) и азота в течение всего вегетационного периода.

Объектами исследования были ячмень, кукуруза, картофель. Растения выращивались в вегетационных сосудах. Часть сосудов находилась в холодных ваннах в течение всего вегетационного периода. Так достигалось охлаждение почвы до 6—8° для ячменя, 10—12° для картофеля и кукурузы (здесь и ниже по Цельсию). Температура почвы в контрольных сосудах была 15—20°. Для удобства изложения вариант опыта с охлаждением почвы в дальнейшем обозначается «холод», контрольные растения, выращенные без охлаждения,— «тепло». На протяжении вегетационного периода с наступлением той или иной фазы развития проводился анализ растений. Анализировались надземная часть, а также корневая система. Анализы осуществлялись химическими методами, описанными А. В. Петербургским (1954). Ячмень анализировался четыре раза: в фазы трех-четырех листочков, трубкования, в начале колошения и при уборке; кукуруза — три раза: в фазы трех-четырех, пяти-семи и семидевяти листьев; картофель — три раза: в фазы бутонизации, цветения и при уборке.

Данные по содержанию зольных элементов у ячменя при различных температурах почвы приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что у ячменя до периода созревания фосфора, кальция и магния больше у растений теплых вариантов. Значит, как уже отмечалось, температура почвы затрудняет поступление указанных элементов минерального питания.

Таблица 1

Содержание зольных элементов у ячменя в зависимости от температуры почвы (% от сухого вещества)

Фазы развития	Части растения	Фосфор		Кальций		Калий		Магний	
		6—8°	15—20°	6—8°	15—20°	6—8°	15—20°	6—8°	15—20°
Три и четыре листа	надземная масса	0,164	0,232	1,330	1,44	2,78	3,7	0,203	0,230
	корни	0,155	0,185	0,382	1,71	0,79	0,24	0,145	0,638
Трубка	надземная масса	0,204	0,261	1,158	1,063	3,02	2,9	0,343	0,302
	корни	0,118	0,181	0,537	0,91	0,57	0,42	0,125	0,156
Начало колошения	надземная масса	0,147	0,264	0,976	1,182	3,11	2,96	0,169	0,240
	корни	0,118	0,200	0,588	0,553	0,73	0,55	0,124	0,158
Уборка	солома	0,184	0,09	1,09	0,598	2,19	2,05	0,260	0,105
	зерно	0,253	0,243	0,578	0,496	0,171	0,197	0,122	0,111
	корни	0,104	0,203	0,730	2,00	0,43	0,46	0,122	0,411

БИБЛИОТЕКА
Карельского филиала
Академии наук СССР

В период созревания картина меняется. Наиболее богатыми фосфором, кальцием и магнием становятся надземные части (зерно и солома) растений холодных вариантов. У растений теплых вариантов происходит значительное уменьшение этих элементов в соломе и зерне и увеличение в корнях, особенно кальция и магния. Видимо, после созревания происходит частичный отток этих элементов из надземных частей в корни. На тепле растения стадийно старше, и у них этот процесс выражен ярче. На холоде растения моложе: у них такого перераспределения минеральных веществ в организме еще не произошло, а продолжается поступление элементов минерального питания из корней в надземную часть.

Калия в корнях ячменя на холодной почве содержится больше чем на неохлажденной. Это также говорит о том, что на холоде корни стадийно моложе, так как калий всегда сосредоточивается в более молодых частях. В содержании калия в надземных частях ячменя определенной зависимости от температуры почвы отмечено не было.

Данные по содержанию зольных элементов у кукурузы в зависимости от температуры почвы приведены в табл. 2. Они показывают, что в надземных частях кукурузы фосфора больше на теплой почве. Кальция всегда содержится больше у растений холодных вариантов. Магния до периода уборки больше на тепле. В момент уборки наблюдается та же картина, что и у ячменя, так как увеличивается количество магния в надземных частях холодных вариантов. На теплой почве, напротив, идет уменьшение количества магния в надземных частях и увеличение его в корнях. Калия больше в корнях на холодной почве.

В табл. 3 приведены данные по содержанию зольных элементов у картофеля в зависимости от температуры почвы. Из нее видно, что кальция и магния больше у растений теплых вариантов.

Как и у ячменя, содержание магния в корнях увеличивается в момент уборки. Определенной зависимости содержания фосфора от температуры почвы не отмечено. Калия больше в корнях на холодной почве.

Результаты анализов содержания общего и белкового азота у ячменя, кукурузы и картофеля приведены в табл. 4. Из нее видно, что содержание общего и белкового азота в растениях ячменя теплых и холодных вариантов почти одинаково, с незначительными колебаниями в ту или другую сторону.

С возрастом растений отмечено уменьшение содержания общего и белкового азота у растений на охлажденной и неохлажденной почве. У картофеля также уменьшилось содержание азота в надземных частях. Однако изменения содержания общего и белкового азота в зависимости от температуры почвы не наблюдается.

То же самое можно отметить и в отношении кукурузы.

На основании вышеприведенных данных можно сделать предварительные выводы.

1. Пониженная температура почвы затрудняет усвоение растениями фосфора и частично кальция и магния. Это подтверждает бо́льшее содержание таких элементов в растениях, выросших на теплой почве.

2. К концу созревания происходит перераспределение в растении минеральных веществ. На теплой почве растения к моменту уборки уже заканчивают свое развитие. У них происходит отток элементов минерального питания из надземных частей в корни.

На холодной почве стадийно растения более молодые, и у них еще продолжается поступление элементов минерального питания из корней в надземную часть. За счет этого общее количество зольных веществ в надземных частях растений на холодных вариантах становится выше.

3. Калий в отличие от кальция накапливается в более молодых частях растения. Очевидно, корни в холодной почве стадийно моложе.

4. Содержание общего и белкового азота в сухом веществе уменьшается с возрастом растений и не зависит от температуры почвы.

Таблица 2

Содержание зольных элементов у кукурузы в зависимости от температуры почвы
(% от сухого вещества)

Фазы развития	Части растений	Фосфор		Кальций		Калий		Магний	
		10—12°	15—20°	10—12°	15—20°	10—12°	15—20°	10—12°	15—20°
Три и четыре листа	надземная масса	0,166	0,136	1,331	1,291	1,31	2,36	0,204	0,321
	корни	0,296	0,107	0,866	0,711	—	—	0,231	0,342
Пять и девять листьев	надземная масса	0,109	0,129	1,536	1,149	1,71	0,86	0,284	0,228
	корни	0,105	0,106	0,710	0,625	0,86	0,46	0,137	0,261
Уборка	листья	0,103	0,139	1,07	1,06	1,42	1,02	0,300	0,149
	стебли	0,198	0,069	1,34	0,572	1,00	1,12	0,401	0,195
	корни	0,084	0,091	0,617	0,566	0,66	0,22	0,078	0,129

Таблица 3

Содержание зольных веществ у картофеля в зависимости от температуры почвы
(% от сухого вещества)

Фазы развития	Части растений	Фосфор		Кальций		Калий		Магний	
		10—12°	15—20°	10—12°	15—20°	10—12°	15—20°	10—12°	15—20°
До бутонизации (холод)	листья	—	0,358	—	1,33	—	3,51	—	0,780
Начало бутонизации (тепло)	корни	0,103	0,236	0,485	1,921	1,23	1,16	0,158	0,522
Бутонизация (холод)	листья	0,286	0,203	1,774	1,899	3,19	3,04	0,614	0,72
Цветение (тепло)	стебли	—	—	—	—	—	—	—	—
	клубни	0,246	0,171	0,441	1,061	1,88	1,52	0,22	0,319
	корни	0,223	0,248	0,921	1,089	0,97	0,86	0,298	0,147
Уборка	листья	0,194	0,164	0,194	1,197	—	3,07	0,533	0,579
	стебли	—	—	—	—	—	—	—	—
	клубни	0,151	0,172	0,178	0,280	1,58	1,13	0,119	0,099
	корни	0,221	0,122	1,117	1,275	0,322	—	0,587	0,322

Таблица 4

Содержание общего и белкового азота у отдельных культур при различных температурах почвы
(% от сухого вещества)

Фазы развития	Части растений	Охлажденная почва		Почва без охлаждения	
		общий азот	белковый азот	общий азот	белковый азот
Ячмень					
Три и четыре листа	надземная масса	4,36	3,53	4,57	3,87
	корни	2,54	1,95	2,51	1,72
Трубка	надземная масса	3,77	3,4	4,12	3,03
	корни	2,15	1,64	2,14	1,75
Начало колошения	надземная масса	3,99	3,63	3,59	3,12
	корни	2,2	1,47	—	1,98
Уборка	солома	1,66	0,97	1,51	1,08
	зерно	2,71	2,40	2,3	1,92
	корни	1,86	1,59	2,09	1,84
Картофель					
До бутонизации и начала бутонизации	надземная масса	3,39	2,61	5,58	4,08
	корни	3,04	2,25	3,39	2,62
Бутонизация	листья	4,81	4,07	3,99	3,66
Цветение	стебли	—	—	1,12	0,88
	клубни	2,00	1,47	1,2	1,04
Уборка	листья	2,36	1,85	2,05	1,44
	стебли	—	—	—	—
	клубни	1,09	0,78	0,89	0,67
	корни	2,01	1,89	1,01	0,92
Кукуруза					
Три и четыре листа	надземная масса	3,79	2,81	3,4	2,68
	корни	3,05	1,78	2,21	1,41
	листья	2,24	1,87	3,34	2,56
	стебли	—	—	3,15	1,44
	корни	2,13	1,29	2,11	1,42
Уборка	листья	1,5	1,26	1,6	1,48
	стебли	1,15	0,84	1,49	1,01
	корни	1,57	1,14	1,21	1,06

ЛИТЕРАТУРА

Дадыкин В. П. Особенности поведения растений на холодных почвах. М., Изд-во АН СССР, 1 52.

Журбицкий З. И., Штраусберг Д. В. Влияние температуры на поглощение фосфора и кальция растениями. ДАН СССР, новая серия, 1950, т. 72.

Коровин А. И., Коровина З. И., Вацуро Л. Д., Вошева З. А. Влияние температуры почвы на процессы развития и динамику формирования урожая. В кн.: „Памяти академика Н. А. Максимова". М., Изд-во АН СССР, 1957.

Петербургский А. В. Практикум по агрохимии. М., Изд-во с.-х. лит., 1954.

Самохвалов Г. К. К вопросу о потребности растений в отдельных зольных элементах по фазам их развития. „Изв. АН СССР", серия биол. 1938, № 5—6.

Сухарева В. Н. Опыты по питанию растений при низкой температуре в зоне корней. „Вестн. Моск. ун-та", 1 51, вып. 1, № 2.

Штраусберг Д. В. Влияние температуры почвы на использование различных питательных элементов. В кн.: „Меченые атомы в исследованиях питания растений и применения удобрений". М., Изд-во АН СССР, 1955.