

Ю. Е. НОВИЦКАЯ, Л. А. ПЕРМИНОВА и Р. И. ВОЛКОВА

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Вопросы питания и удобрения сахарной свеклы в настоящее время для основных районов свеклосеяния разработаны достаточно глубоко.

Большая работа в этом направлении проведена академиком Д. Н. Прянишниковым и его учениками Г. А. Голубевым, П. А. Петербургским и др., на Украине — А. И. Душечкиным, П. А. Власюком, И. Ф. Бузановым, А. Е. Максимовичем, Т. Т. Демиденко, А. С. Оканенко и др.

В результате многолетнего изучения особенностей питания сахарной свеклы установлены ее требования к условиям питания в разные периоды вегетации растений (Бузанов, 1936; Любарская, 1949; Авдонин, 1954, и др.).

В зависимости от количества внесенных удобрений меняются границы оптимальной влажности почвы для сахарной свеклы.

Так, по данным Д. Н. Прянишникова (1953), И. Ф. Бузанова (1960), А. А. Табенцкого (1958) и др., оптимальная влажность почвы для сахарной свеклы — около 60% от полной влагоемкости. Повышение влажности почвы до 90% и снижение ее до 30—40% почти всегда обуславливают снижение урожаев свеклы.

Как показали Н. К. Малющицкий и В. Д. Пинчук (1929, 1940), влажность почвы в 20 и 40% снижает урожай корней сахарной свеклы, причем особенно резко при высоком содержании в почве питательных веществ. Так, при влажности почвы в 20% вес корня при одной норме питательных веществ составил 260 г, при двух нормах — 64 г, а при трех нормах — лишь 8 г. При влажности почвы 40% вес корня соответственно — 409, 391, 251 г; при влажности почвы 60% самый высокий вес корня был при двух нормах удобрений и составил 646 г, при 80% при трех нормах составил 665 г.

По данным Е. Н. Алексеевой (1958), увеличение доз удобрений под сахарную свеклу сверх $N_{45}P_{60}K_{15}$ во влажные годы положительно сказывается на урожае корней и сборе сахара.

И. Ф. Бузанов (1936) показал, что внесение больших количеств удобрений во время подкормки значительно повышает осмотическое давление почвенного раствора; испарение у свеклы в этом случае резко снижается.

Из работ Г. С. Чугаевой (1952), А. А. Табенцкого, Г. С. Чугаевой и М. А. Кублицкой (1955), А. А. Табенцкого, Г. С. Чугаевой и Л. И. Онищенко (1958) следует, что условия питания и водоснабжения действуют в одном и том же направлении как на развитие самих клеток, так и на развитие хлоропластов в них. При недостатке питательных веществ в почве

различия во влажности (30, 60, 80, 90% от полной влагоемкости) слабо отражаются на строении клеток и числе хлоропластов.

При обеспечении растений питательными веществами повышение влажности оказывается весьма эффективным. Увеличивается размер клеток и число хлоропластов, возрастает площадь листьев и их толщина, структура изменяется в сторону мезофильного типа. Корни свеклы при недостатке питания имели очень небольшой вес: 45, 77, 69, 93 г при влажности 30, 60, 80, 90% соответственно. При условии повышенного снабжения растений азотно-минеральным питанием наибольший вес корня был получен при 2—5 дозах минеральной смеси и при влажности 80—90%.

Взаимосвязь и взаимодействие двух основных путей питания растений (через корневую систему и через листья) блестяще отражены в словах К. А. Тимирязева: «В сущности, что бы не производил сельский хозяин или лесовод, он прежде всего производит хлорофилл и, уже через посредство хлорофилла, получает зерно, волокно, древесину».

Глубокие исследования по изучению хлорофиллоносного аппарата проводятся А. А. Табенцким с сотрудниками (Табенцкий, 1948; Табенцкий и др., 1958). Ими установлено, что хлорофиллоносное зерно, как живое тело, в процессе своей жизнедеятельности проходит через разные фазы структуры, начиная от гомогенной, через тонкодисперсную, мелкогранулярную и т. д. до фазы отдельных гранул и деструкции хлоропласта. Внешними воздействиями можно значительно растянуть жизнедеятельность листа, а с ней растянуть и прохождение хлоропластом молодых фаз развития, затормозить процесс его старения. Об этом свидетельствуют опыты с выращиванием свеклы на разных дозах азотного питания. При повышенных дозах азота идет усиленное новообразование пластид, происходит омолаживание хлорофиллоносного аппарата клетки.

Из работы А. А. Табенцкого, Г. С. Чугаевой и Л. И. Онищенко (1958) следует, что уровень почвенного питания и водного режима почвы отчетливее всего отражается именно в работе и развитии хлорофилловых зерен в клетке.

Как установлено А. С. Оканенко (1948) и другими исследователями, растения с большим содержанием хлорофилла имеют более высокий вес корня.

Установлена также определенная зависимость между содержанием хлорофилла и некоторыми показателями водного режима сахарной свеклы. Так, А. С. Оканенко и Ф. И. Завгородний (1928), изучая интенсивность транспирации у растений с различным количеством хлорофилла, показали, что она выше у растений, содержащих больше хлорофилла. А. А. Табенцкий (1948) указывает, что чрезмерная оводненность коллоидов плазмы является вредной для хлоропластов. И. Г. Сулейманов (1951) также отмечает, что чрезмерная оводненность коллоидов протоплазмы снижает фотосинтез.

Суммируя приведенные литературные данные, можно заключить, что высокий урожай сахарной свеклы определяется соответствующим уровнем минерального питания и водного режима почвы, влияние которых проявляется через изменение физиологического состояния тканей растения, в частности через изменение состояния хлорофиллоносного аппарата и водного режима.

В связи с этим изучение водного режима и содержания пигментов в зависимости от влажности почвы и уровня минерального питания представляет большой интерес. Полученные данные явятся теоретической предпосылкой управления ростом и развитием растения при помощи агротехнических приемов и удобрений.

В связи с продвижением сахарной свеклы на север встает необходимость изучения этих вопросов в новых условиях ее произрастания. По-

сколькx для почв Карелии в весенний период характерно избыточное увлажнение, большой интерес представляет изучение влияния доз удобрений на урожай и физиологическое состояние растений при повышенной влажности почвы, тем более что таких работ в литературе почти нет.

Исследования велись в комплексе со Всесоюзным научно-исследовательским институтом сахарной свеклы (ВНИС) по единой методике. В различных климатических зонах (г.г. Киев и Петрозаводск) изучалось влияние минерального питания и влажности почвы на рост растений, содержание пигментов, водный режим и урожай. Опыты проводились в течение 1960—1961 гг. вегетационным методом, с песчаной культурой, в железных сосудах емкостью 12—13 кг воздушно-сухого песка. В качестве удобрения была взята питательная смесь ВНИС, разработанная специально для сахарной свеклы (1 NPK) и полуторная доза (1.5 NPK). Одинарная доза содержала азота и калия по 4 г действующего начала на сосуд, фосфора 2 г. Кроме того, в каждый сосуд давалось FeCl_3 по 0.96 г, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ по 8.1 г, $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ по 0.24 г и по 6 г мела.

Смесь вносилась в почву перед набивкой сосудов. Повторность опыта 6- и 8-кратная. Исследовалась влажность почвы трех типов: 40, 60% от полной влагоемкости в течение всего периода вегетации и 85% от полной влагоемкости в период от посева до появления первой пары настоящих листьев (весь остальной период вегетации поддерживалась 60%-я влажность).

Для характеристики водного режима учитывалась оводненность листьев, содержание свободной и связанной воды, осмотическое давление клеточного сока, водоудерживающая способность листьев. Оводненность листьев определялась высушиванием до постоянного веса при 105°. Свободная вода устанавливалась по методу А. Ф. Маринчик (1957) при концентрации сахарозы 65%, связанная — по разности между общей и свободной водой. Водоудерживающая способность листьев определялась по методике, описанной М. Н. Гончариком (1960). Осмотическое давление клеточного сока определялось криоскопическим методом и методом сравнения плотности растворов. Количественное определение пигментов проводилось хроматографическим методом с использованием спектрофотометра.

Проведенные наблюдения и исследования показали, что в течение онтогенеза сахарной свеклы различная влажность почвы и дозы удобрений оказывают различное влияние на ее рост, урожай и физиологическое состояние.

На ранних фазах развития (фазы 3—6 пар листьев) благоприятные условия для роста растений создаются при одинарной дозе NPK и 60%-й влажности почвы. Растения данного варианта по сравнению с растениями других вариантов имеют самый большой вес надземной массы, наибольшую площадь листьев и стоят на первом месте по высоте (табл. 1). Как пониженная, так и повышенная влажность почвы угнетает рост растений на первых фазах развития.

По-разному в зависимости от влажности почвы проявляет себя в этот период повышенная доза удобрений. Так, полуторная доза удобрений при влажности почвы 85% от полной влагоемкости стимулирует рост растений по сравнению с полуторной дозой при влажности почвы 60%, что находится в полном соответствии с имеющимися литературными данными (Малющицкий, 1929; Пинчук, 1940; Табенцкий и др., 1955; Алексеева, 1958; Чугаева, 1958, и др.).

Эта же доза удобрений при влажности почвы 40% вызывает самое сильное угнетение ростовых процессов. У растений данного варианта в фазе 3 пар листьев вес надземной массы в 3 раза меньше по сравнению

Таблица 1

Влияние влажности почвы и доз удобрений на рост сахарной свеклы

Влажность почвы (в % от полной влагоемкости)	Доза NPK	Сырой вес надземной массы (в г)		Площадь листьев 1 растения (в см ²)		Высота растений (в см)		
		15 VI	20 VI	24 VI	6 VII	20 VI	30 VI	11 VII

1960 г.

60	1.0	4.9	7.9	—	—	12		
60	1.5	4.5	7.2	—	—	9.4		
40	1.0	2.4	4.3	—	—	7.0		
40	1.5	1.5	4.0	—	—	6.0		

1961 г.

60	1.0	—	—	1979.3	3858.0	—	33.1	37.1
60	1.5	—	—	1556.0	2362.7	—	21.5	27.0
85	1.0	—	—	1949.0	3693.7	—	32.5	36.0
85	1.5	—	—	1703.2	2557.5	—	25.0	30.6

(растениями, выращиваемыми при 60%-й влажности почвы и той же дозе удобрений).

Как указывает З. И. Журбицкий и В. Н. Ху-ан (1961), высокая концентрация солей, повышая осмотическое давление почвенного раствора, создает затруднения в использовании растениями воды. Кроме того, от концентрации питательного раствора зависит поступление отдельных элементов питания в надземную часть растения, что может явиться причиной нарушения соотношения питательных элементов в растении и отрицательно сказаться на росте.

В процессе вегетации растений отрицательное влияние повышенной дозы удобрений постепенно снижается, и к концу 1-го периода вегетации картина меняется.

В период интенсивного формирования ассимиляционных органов полуторная доза удобрений при 60%-й влажности почвы способствует лучшему росту растений. В это время быстро увеличивается количество листьев и их размеры. Вес надземной массы у растений, получивших полуторную дозу NPK, почти достигает веса растений, выращиваемых при одинарной дозе NPK (табл. 2). Это говорит о большой потребности сахарной свеклы в элементах питания во время формирования ассимиляционного аппарата и о том, что в это время растения лучше переносят повышенную концентрацию почвенного раствора.

К концу вегетации полуторная доза удобрений при 60%-й влажности почвы способствует получению значительно большего урожая, чем одинарная доза NPK. В 1961 г. общий вес одного растения при полуторной дозе в момент уборки составил 1030 г, вес корнеплода — 610 г, что в три с лишним раза больше, чем при одинарной дозе NPK.

Повышение влажности почвы до 85% при одинарной дозе NPK в первый период вегетации снижает общий вес растения в основном за счет веса корнеплода. Однако полуторная доза удобрений при повышенной влажности почвы в этот период не только не угнетает растения, но даже благоприятно сказывается на их росте — в этом варианте растения имеют самый высокий вес надземной массы и более высокий общий вес.

Учет при уборке показал, что кратковременная избыточная влажность почвы не вызывает большого снижения урожая растений, если перед посевом была внесена в почву полуторная доза удобрений. Общий вес расте-

Таблица 2

Накопление урожая сахарной свеклы при равном уровне минерального питания и влажности почвы

Влажность почвы (в % от полной влагоемкости)	Доза NPK	Вес 1 растения (в г)			Влажность почвы (в % от полной влагоемкости)	Доза NPK	Вес 1 растения (в г)		
		надземная масса	корнеплод	всего			надземная масса	корнеплод	всего
4 VIII 1960					VIII 1961				
60	1.0	169	200	369	60	1.0	226	130	356
60	1.5	197	158	355	60	1.5	210	101	311
40	1.0	164	141	305	85	1.0	173	151	324
40	1.5	178	122	300	85	1.5	283	111	395
27 IX 1960					4 X 1961				
60	1.0	155	332	487	60	1.0	65	199	264
60	1.5	302	564	866	60	1.5	420	610	1030
40	1.0	225	452	677	85	1.0	71	185	256
40	1.5	406	472	878	85	1.5	447	532	979
					60	1.0+0.5	320	425	745
					40	1.5	293	248	541

ния снижается незначительно, за счет веса корнеплода; вес же надземной массы несколько повышается по сравнению с полудозой NPK при 60%-й влажности почвы. При этом к моменту уборки урожая не наблюдается никаких признаков старения растений. Они имели темно-зеленый цвет и хорошо развитые листья.

Как было отмечено выше, при 40%-й влажности почвы даже одинарная доза удобрений угнетает рост растений. Увеличение урожая в конце вегетации у растений при такой влажности почвы в опыте 1960 г., особенно при полудозе удобрений вызвало сомнения, и опыт был повторен в 1961 г. Как показали результаты этого опыта, пониженная влажность почвы снижает общий урожай почти вдвое, а вес корнеплода — еще больше.

Одинарная доза удобрений при 60%-й влажности почвы во второй период вегетации недостаточна и вызывает снижение конечного урожая растений, причем вес надземной массы снижается даже по сравнению с первым периодом вегетации. Этот факт свидетельствует о том, что у растений данного варианта в листьях не происходит накопления пластических веществ, а идет их усиленный отток в кор-

Таблица 3

Водный режим листьев сахарной свеклы в зависимости от влажности почвы и доз удобрений

Влажность почвы (в % от полной влагоемкости)	Дозы NPK	Содержание воды (в % к сырому весу)			
		всего	свободной	связанной	отношение свободной к связанной
30 VI 1960					
60	1.0	86.2	37.0	49.2	0.75
60	1.5	87.9	35.7	52.2	0.68
40	1.0	85.3	30.3	55.0	0.55
40	1.5	85.5	29.1	56.4	0.51
30 VII 1960					
60	1.0	84	24.0	60.0	0.40
60	1.5	85.4	26.4	59.0	0.45
40	1.0	84.0	24.9	59.1	0.42
40	1.5	85.8	22.0	63.8	0.34
22 IX 1960					
60	1.0	82.2	20.1	62.1	0.32
60	1.5	81.1	19.9	63.2	0.31
40	1.0	84.2	21.7	62.5	0.35
40	1.5	83.6	20.0	63.6	0.31

Таблица 4

Водный режим листьев сахарной свеклы
в зависимости от влажности почвы
и доз удобрений

Влаж- ность почвы (в % от полной влажнос- ти)	Дозы NPK	Содержание воды (в % к сырому весу)					
		всего	свобод- ная	связан- ная	отноше- ние сво- бодной к связан- ной	осмоти- чески связан- ная	колло- идно свя- занная
5 VII 1961							
60	1.0	89.4	39.0	50.4	0.77	7.6	42.8
60	1.5	90.7	35.3	55.4	0.64	8.5	46.9
85	1.0	87.2	34.9	52.3	0.67	6.6	45.7
85	1.5	89.2	39.2	50.0	0.78	7.6	42.4
4 VIII 1961							
60	1.0	87.8	42.0	45.8	0.92	8.2	37.6
60	1.5	88.6	45.0	43.6	1.03	10.6	33.0
85	1.0	88.0	47.3	40.7	1.16	10.5	30.2
85	1.5	88.5	45.2	43.3	1.04	11.3	32.0
3 X 1961							
60	1.0	81.2	32.7	48.5	0.67	15.1	33.4
60	1.5	81.8	34.6	47.2	0.7	16.0	31.2
85	1.0	81.6	33.7	48.0	0.7	11.8	36.2
85	1.5	82.9	33.4	49.5	0.67	12.7	36.8

неплоды, приводящий в конечном итоге к пожелтению и усыханию самих листьев, а также и к снижению веса корнеплода по сравнению с полуторной дозой.

О недостатке удобрений в почве во второй период вегетации у растений данного варианта свидетельствует и тот факт, что дополнительное внесение в виде подкормки еще половинной дозы NPK весьма положительно сказывается на общем состоянии растений (снова появилась темно-зеленая окраска, начался рост растений). В результате урожай растений значительно увеличился по сравнению с одинарной дозой NPK (табл. 2). Правда, в этом случае урожай надземной массы и корнеплода остался ниже, чем при полном внесении полуторной дозы NPK перед посевом, что мы объясняем запозданием с внесением подкормки (растения были подкормлены тогда, когда они уже по внешнему виду стали уступать растениям, выращиваемым при полуторной дозе NPK).

Если учесть, что даже одинарная доза NPK, даваемая под сахарную свеклу, во много раз превосходит дозы, обычно применяемые под хлебные злаки и ряд других культур, то станет ясно, что сахарная свекла очень требовательна к наличию питательных веществ в почве в течение всего периода вегетации. Об этом также наглядно говорит опыт передовиков, получающих высокие урожаи сахарной свеклы.

Таким образом, для лучшего роста растений и формирования урожая корнеплода сахарной свекле необходимо большое количество питательных элементов в почве на протяжении всего периода вегетации.

В первый период вегетации растения наиболее чувствительны к концентрации почвенного раствора, поэтому повышенная доза удобрений должна сочетаться с повышенной влажностью почвы. Следовательно, избыточное увлажнение почвы (85% от полной влагоемкости) не наносит существенного ущерба урожаю свеклы, если перед посевом вносится повышенная доза удобрений.

Таблица 5

Влияние влажности почвы и различных доз минеральных удобрений на осмотическое давление клеточного сока листьев сахарной свеклы в разные периоды вегетации (в атм.)

Влажность почвы (в % от полной влагоемкости)	Дозы NPK	1960 г						
		4 VII	5 VII	25 VII	30 VII	4 VIII	22 IX	3 X
60	1.0	10.00	—	11.92	10.84	—	10.32	
60	1.5	10.72	—	13.96	11.80	—	13.99	
40	1.0	10.12	—	12.04	12.28	—	12.96	
40	1.5	11.08	—	12.16	12.52	—	12.70	
		1961 г.						
60	1.0	—	4.8	—	—	5.3	—	10.5
60	1.5	—	5.3	—	—	6.7	—	11.1
85	1.0	—	4.2	—	—	6.7	—	8.1
85	1.5	—	4.8	—	—	7.3	—	8.7

Изменения в ростовых процессах и в урожае связаны с изменениями в физиологическом состоянии сахарной свеклы.

Изучение водного режима растений показало, что он изменяется в зависимости от периода вегетации, влажности почвы и доз удобрений.

Проведенные определения содержания свободной и связанной воды в листьях сахарной свеклы (табл. 3—4) в зависимости от периода вегетационного развития растений показали, что содержание свободной воды почти во всех случаях ниже, чем связанной.

Содержание свободной воды подвержено некоторым колебаниям в течение онтогенеза; оно обычно несколько выше в первой половине вегетации растений, когда идет наиболее интенсивный рост вегетативной массы; во вторую половину ее содержание несколько снижается.

Осмотическое давление клеточного сока, наоборот, к концу вегетации несколько повышается (табл. 5).

Пониженная влажность почвы (40% от полной влагоемкости) на ранних фазах развития вызывает снижение общей оводненности листьев (табл. 3) за счет уменьшения в них свободной воды, что ведет к уменьшению отношения свободной воды и связанной. Снижается водоудерживающая способность этих листьев (табл. 6), что обуславливает повышение осмотического давления клеточного сока.

Таблица 6

Влияние влажности почвы и доз удобрений на водоудерживающую способность листьев сахарной свеклы (на потерю воды, в граммах на 1 г сухого веса за 1 час)

Влажность почвы (в % от полной влагоемкости)	Дозы NPK	Время после отделения листа от растения (в мин.)			
		3	5	10	15
30 VI 1960					
60	1.0	3.7	3.5	2.1	1.2
60	1.5	4.2	3.9	2.6	1.4
40	1.0	4.4	3.9	2.2	1.2
40	1.5	4.6	3.7	2.3	1.3
30 VII 1960					
60	1.0	4.5	3.8	1.9	0.8
60	1.5	3.6	3.0	1.4	0.9
40	1.0	3.4	2.2	1.0	0.7
40	1.5	3.9	2.7	0.9	1.0

Влажность почвы 60% от полной влагоемкости при полуторной дозе удобрений в начальный период развития снижает содержание свободной воды в листьях сахарной свеклы. В это время они обладают пониженной водоудерживающей способностью. Как мы уже отмечали, в этот период повышенная доза удобрений отрицательно сказывается на росте растений.

В дальнейшем (определения 30 VII 1960 и 4 VIII 1961) полуторная доза удобрений при 60%-й влажности почвы повышает содержание свободной воды, снижает содержание связанной воды, повышает водоудерживающую способность листьев и способствует более интенсивному росту растений.

Таблица 7

Водный режим корнеплодов сахарной свеклы в зависимости от влажности почвы и доз удобрений

Влажность почвы (в % от полной влагоемкости)	Дозы NPK	Содержание воды (в % к сырому весу)			
		всего	свободная	связанная	отношение свободной к связанной
4 VII 1960					
60	1.0	84.2	42.8	41.4	1.03
60	1.5	85.8	49.1	36.7	1.34
40	1.0	82.3	42.3	40.0	1.05
40	1.5	81.1	39.2	41.9	0.93
5 VIII 1961					
60	1.0	83.7	51.6	32.1	1.61
60	1.5	85.2	56.5	28.7	1.97
85	1.0	85.3	51.9	33.4	1.55
85	1.5	86.5	63.2	23.3	2.71

Эти данные вполне согласуются с данными А. М. Алексеева (1954), А. М. Алексеева и Н. А. Гусева (1950), указывающими на то, что увеличение содержания связанной воды, особенно за счет свободной, снижает темпы роста и накопления органического вещества, хотя и повышает стойкость растений к неблагоприятным условиям среды.

Влажность почвы 85% от полной влагоемкости при полуторной дозе NPK в начальный период вегетации повышает содержание свободной воды в листьях растений. В конце первого периода вегетации (4 VIII) такая влажность почвы незначительно сказывается на содержании свободной воды в листьях и значительно повышает ее содержание в корнеплодах (табл. 7); отношение свободной воды к связанной возрастает до 2.7.

Влажность почвы и уровень минерального питания оказывают некоторое влияние на количественное содержание пигментов в сахарной свекле. В первый период вегетации растения обладают высоким содержанием пигментов (табл. 8).

Пониженная влажность почвы при обеих изучавшихся дозах удобрений вызывает некоторое увеличение содержания хлорофиллов *a* и *b*, виолаксантина (при 1.5 NPK), лютеина и каротина. На заметное увеличение содержания хлорофилла с понижением влажности почвы от 80 до 30% от полной влагоемкости указывают А. С. Оканенко и Х. Н. Починков (1959).

Полуторная доза удобрений также способствует некоторому повышению содержания хлорофиллов *a* и *b*, а также желтых пигментов. Почти во всех случаях отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* возрастает при полуторной дозе NPK.

Более высокое содержание пигментов у растений при полуторной дозе удобрений и 60%-й влажности почвы коррелирует с повышенной оводненностью тканей, более высоким содержанием свободной воды и с повышенной водоудерживающей способностью листьев. Растения этого варианта способны давать более высокий урожай вегетативной массы и корнеплодов, чем при одинарной дозе удобрений. Хотя вес корнеплода у растений данного варианта в начале августа (4 VIII) еще меньше, чем у растений при одинарной дозе NPK, однако более мощное развитие листового аппарата обеспечивает в дальнейшем более высокий вес корнеплода.

К концу вегетации происходит снижение содержания всех изучавшихся пигментов. Это в первую очередь связано с возрастными изменениями в листьях сахарной свеклы. В основе этих изменений, по мнению А. А. Табенцкого (1948), лежит увеличивающаяся оводненность стромы, ведущая в конечном итоге к ее растворению (деструкции).

Однако не у всех растений снижение содержания пигментов идет одинаково. При полуторной дозе NPK содержание хлорофиллов *a* и *b* удерживается на более высоком уровне, чем при одинарной дозе NPK. В первом случае отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* выше. У растений этих вариантов выше и содержание других пигментов. Они способны развивать как более мощную надземную массу, так и более крупные корнеплоды.

Таблица 8

Содержание пигментов в листьях сахарной свеклы в зависимости от влажной почвы и удобрений (в мг на 1 дм²)

Влажность почвы (в % к полной влагоемкости)	Дозы NPK	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Вилоксантин	Лютеин	Каротин	Отношение хлорофилла <i>a</i> к хлорофиллу <i>b</i>
22 VII 1960							
60	1.0	1.20	0.37	0.045	0.074	0.177	3.2
60	1.5	1.31	0.36	0.045	0.071	0.238	3.6
40	1.0	1.51	0.44	0.038	0.126	0.212	3.4
40	1.5	1.90	0.58	0.093	0.205	0.254	3.3
20 IX 1960							
60	1.0	0.41	0.19	0.0069	0.0124	0.0041	2.1
60	1.5	0.75	0.30	0.0135	0.0201	0.0074	2.5
40	1.0	0.18	0.09	0.0102	0.0178	0.0040	2.0
40	1.5	0.75	0.30	0.0155	0.0155	0.0127	2.5

Полученные данные говорят о возможности направленного вмешательства в процесс образования пигментов путем изменения почвенного питания и водного режима почвы. Повышенная доза удобрений способствует продлению жизнедеятельности листа, тормозит процесс старения хлоропласта, что находится в полном соответствии с данными А. А. Табенцкого (1948, 1953).

Таким образом, на основании проведенных исследований мы приходим к следующим выводам.

1. Сахарная свекла в течение всей вегетации очень требовательна к удобрениям. Доза NPK, разработанная для Украины и почти в 5 раз превосходящая дозу, обычно применяемую под хлебные злаки, недостаточна для получения высокого урожая сахарной свеклы в наших условиях. Наиболее эффективной является полуторная доза удобрений.

2. При одинарной дозе NPK и 60%-й влажности почвы рост растений заканчивается в основном к концу первого периода вегетации. В дальнейшем идет не накопление пластических веществ, а перераспределение их между листьями и корнеплодом. Наблюдается ускоренный процесс старения листьев.

3. Полуторная доза удобрений при 60%-й влажности почвы в первый период угнетающе действует на рост растений, во второй же период вегетации способствует более интенсивному росту вегетативной массы и

корнеплода и значительно повышает урожай по сравнению с одинарной дозой NPK при той же влажности почвы.

4. Кратковременная повышенная влажность почвы (85% от полной влагоемкости, от посева до появления 1-й пары настоящих листьев) при полуторной дозе NPK снижает концентрацию почвенного раствора, что в первый период способствует лучшему росту растений, чем при влажности почвы 60%. При одинарной дозе NPK имеет место еще большее снижение концентрации почвенного раствора, что неблагоприятно сказывается на росте растений. Следовательно, неблагоприятное влияние избыточной влажности почвы, имеющей место в наших условиях в весенний период, может быть преодолено путем повышения норм удобрений.

5. Пониженная влажность почвы (40% от полной влагоемкости) при полуторной дозе NPK создает высокую концентрацию почвенного раствора, отрицательно действует на рост растений, снижает общий урожай и вес корнеплода.

6. В первый период вегетации повышенная доза удобрений при 60%-й влажности почвы отрицательно сказывается на водном режиме растений. Хотя общая оводненность тканей не уменьшается, нарушается соотношение свободной и связанной воды; содержание свободной воды уменьшается, связанной увеличивается в основном за счет коллоидно связанной воды; снижается водоудерживающая способность листьев.

Наиболее интенсивному росту растений данного варианта во второй период вегетации соответствуют повышенная оводненность тканей, более высокое содержание свободной воды, повышенная водоудерживающая способность листьев, более высокое содержание хлорофилла *a* и каротина.

7. Повышенная влажность почвы (85% от полной влагоемкости) при полуторной дозе NPK повышает содержание свободной воды в тех частях растений, где происходит наиболее интенсивный рост (в начальный период вегетации — в листьях, в период интенсивного роста корнеплода — в корнеплодах).

8. Пониженная влажность почвы (40% от полной влагоемкости), отрицательно действуя на урожай, вызывает следующие изменения в водном режиме растений: снижается общая оводненность листьев за счет уменьшения в них фракции свободной воды, уменьшается водоудерживающая способность листьев, повышается осмотическое давление клеточного сока.

ЛИТЕРАТУРА

- А в д о н и н Н. С. (1954). Подкормка сельскохозяйственных растений. Сельхозгиз, М.
- А л е к с е в А. М. (1954). Зависимость фотосинтеза от состояния воды в листе. Уч. зап. КГУ, 114, 8.
- А л е к с е в А. М. и Н. А. Г у с е в. (1950). Влияние состояния воды в листьях на процесс транспирации. ДАН СССР, 71, 4.
- А л е к с е в а Е. Н. (1958). Эффективность доз удобрений на средневещелочном черноземе. Бюлл. научн.-техн. информ., Киев.
- Б у з а н о в И. Ф. (1936). Реакция сахарной свеклы на азотистое питание в начале ее развития. Научн. зап. по сахарн. промысл., 5—6.
- Б у з а н о в И. Ф. (1939). О влиянии влажности почвы при подкормке на развитие сахарной свеклы. В кн.: Основные выводы научно-исследовательских работ ВНИС за 1937 г. М.—Л.
- Б у з а н о в И. Ф. (1960). Агробиологические свойства сахарной свеклы. Изд. Укр. акад. с.-х. наук, Киев.
- Г о н ч а р и к М. Н. (1960). Вопросы питания, роста и развития культурных растений в условиях Енисейского Севера. Автореф. докт. дисс. Минск.
- Ж у р б и ц к и й З. И. и В. Н. Х у а н. (1961). Влияние концентрации питательного раствора на поглощение растениями элементов минерального питания. Физиол. раст., 8, 5.
- К а р п е н к о П. Б. (1958). Свекловодство. Сельхозгиз, М.

- Л ю б а р с к а я Л. С. (1949). Особенности питания сахарной свеклы по периодам роста. В кн.: Исследования по агротехнике и физиологии сахарной свеклы. Сельхозгиз, М.
- М а к с и м о в и ч А. Е. (1957). О взаимосвязи между накоплениями в сахарной свекле катионов и анионов. Тр. ВНИС, 35, Киев.
- М а л ю ш и ц к и й Н. К. (1929). Влияние концентрации почвенного раствора на развитие сахарной свеклы, урожай ее корней и содержание в ней сахара. Тр. ЦИНС, 2.
- М а р и н ч и к А. Ф. (1957). Особенности физиологических процессов в связи с состоянием воды в листьях и продуктивностью сортов сахарной свеклы. В сб.: Биолог. основы орош. земледелия, Изд. АН СССР, М.
- О к а н е н к о А. С. (1948). Особенности сахаронакопления у различных форм, сортов и рас свеклы и перспективы дальнейшего повышения сахаристости сахарной свеклы. Киев.
- О к а н е н к о А. С. и Ф. И. З а в г о р о д н и й. (1928). Ход транспирации у растений с различным количеством хлорофилла. Тр. НИС, 11.
- О к а н е н к о А. С. и Х. Н. П о ч и н о к. (1959). Особенности фотосинтеза и биохимических процессов озимой пшеницы осенью при различной влажности почвы. Тр. Укр. инст. физиол. раст., 16.
- П и н ч у к В. Д. (1940). Влияние концентрации питательного раствора на урожай и качество корней сахарной свеклы. Садоводство, 1.
- П р я н и ш и н о в Д. Н. (1953). Избранные сочинения, 3. Сельхозгиз, М.
- С у л е й м а н о в И. Г. (1951). Влияние засоления почвы на пшеницу. Уч. зап. КГУ, 3, 1.
- Т а б е н ц к и й А. А. (1948). Структура хлорофиллового зерна в листьях сахарной свеклы как показатель их жизнедеятельности и физиологической активности. Сб. научн. работ ВНИС, Сельхозгиз УССР, Киев—Харьков.
- Т а б е н ц к и й А. А. (1953). К вопросу об управлении процессами образования зеленых пластид. Изв. АН СССР, сер. биол., 1.
- Т а б е н ц к и й А. А., Г. С. Ч у г а е в а и М. А. К у б л и ц к а я. (1955). Хлорофилловое зерно и питание растения азотом. В сб.: Вопр. агротехн. и сел. сахарной свеклы, Сельхозгиз, М.
- Т а б е н ц к и й А. А., Г. С. Ч у г а е в а и Л. И. О н и щ е н к о. (1958). Развитие хлорофиллоносной системы листьев свекловичного растения как исходный фактор его продуктивности. Научн. зап. Белоцерковск. с.-х. инст., 5, Белая Церковь.
- Ч у г а е в а Г. С. (1958). Влияние условий почвенного питания на жизнедеятельность листьев сахарной свеклы. Научн. зап. Белоцерковск. с.-х., 5, Белая Церковь.