

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. С. КРУЖИЛИН, В. И. САМОЙЛОВ и М. С. ШЕСТИАЛТЫНОВ

ИЗМЕНЕНИЕ УГЛЕВОДОВ И АЗОТА В ПОДСОЛНЕЧНИКЕ ПРИ ОРОШЕНИИ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 18 IV 1938)

Углеводно-белковый обмен является основным биохимическим процессом в растении.

Углеводы как первый продукт фотосинтеза являются не только преобладающими в комплексе органического вещества, но и основным энергетическим материалом в растении, а белки «представляют собой неизменный субстрат жизненных процессов, гетерогенную среду»⁽²⁾. Понятно, почему исследователей привлекает изучение углеводов и белков.

Карл Пех⁽⁵⁾ указывает, что чем больше углеводов в растении, тем меньше распад белков, так как на энергетические процессы расходуются прежде всего углеводы.

Васильев и Васильева⁽¹⁾ на основании своих опытов с различными сортами пшеницы пришли к выводу, что после полива в растениях уменьшается количество моноз и увеличивается количество сахарозы и гемицеллюлозы, в то время как при засухе наблюдается обратная картина.

Различными исследователями⁽¹⁾ было установлено, что процент азота в листьях подсолнечника увеличивается до фазы образования корзинки, а затем он уменьшается. Во влажные годы вследствие улучшения нитрификационных процессов почвы в листьях растений азота содержится больше.

В задачу наших исследований входило проследить за динамикой углеводно-азотистого обмена подсолнечника в связи с оптимальным увлажнением при орошении. Исследования были проведены под общим руководством проф. Н. А. Максимова.

Экспериментальная часть полевых исследований была проведена в 1935 г. на Ершовской опытно-мелиоративной станции в Заволжье. Подсолнечник № 169 был высеян по зяби 20 IV, всходы появились 8 V. Делянки размером 250 м²; полив производился затоплением по бороздам, нормами 700—800 м³ на 1 га за каждый полив. Сбор материала производится на следующих схемах опыта: без полива, один полив в фазу образования головки (22 VI), два полива 22 VI и 17 VII и дополнительные наблюдения на трех-поливных схемах. Пробы брались в утренние часы (7—9 час.) периодически через 5—7 дней с верхнего яруса листьев (4—5-й лист сверху), среднего и нижнего (3-й снизу, не засохший). Углеводы определялись по методу Хагедорн-Иенсена, отдельно монозы, дисахариды и полисахариды; общий азот по Кьельдалю.

Результаты исследований. Наблюдения за динамикой содержания растворимых углеводов (моноз и дисахарид) в листьях подсолнечника показали очень интересную картину (табл. 1):

Таблица 1
Количество моноз в процентах на 100 г сухого вещества

Наименование яруса листьев	Даты взятия проб							
	22 VI	27 VI	10 VII	17 VII	22 VII	29 VII	6 VIII	13 VIII
Верхний 9-й ярус, снизу без полива	3.22	5.46	7.74	5.33	5.98	5.48	6.69	—
То же, один полив 2 VI	—	4.83	4.59	5.75	5.29	5.52	5.14	5.32
То же, два полива: 22 VI, 17 VII	—	—	—	—	4.46	4.50	5.43	5.02
Средний 6-й ярус, без полива	—	—	6.62	5.34	5.53	—	—	—
То же, один полив 21 VI	—	—	4.90	5.41	5.59	—	—	—
Нижний ярус без полива	2.97	5.17	2.79	3.79	4.33	5.20	5.09	—
То же, один полив 21 VI	—	3.72	2.97	3.32	3.78	2.57	5.25	—
То же, два полива: 21 VI, 17 VII	—	—	—	—	2.72	2.31	2.55	—

Как видно из табл. 1, отмечается определенная закономерность: количество моноз в листьях на всех поливных схемах возрастает от нижнего яруса к верхнему. У растений однополивных и особенно двухполивных схем во всех ярусах в течение вегетационного периода количество моноз меньше, чем у неполивных растений, за исключением отдельных случаев. Это указывает на более интенсивный отток углеводов вследствие хорошего насыщения водой тканей листа; интенсивный отток в свою очередь указывает на возможность более интенсивного накопления органического вещества, а в период налива зерна—на хорошее накопление жира. У неполивных растений в нижнем ярусе листьев к концу вегетационного периода содержится большее количество моноз, чем у поливных, очевидно вследствие сильного гидролиза под влиянием обезвоживания и слабого оттока их; то же наблюдается и на других схемах к концу вегетационного периода.

Рассмотрим данные по динамике дисахаридов (табл. 2).

Таблица 2
Количество дисахаридов в листьях подсолнечника в процентах на 100 г сухого вещества

Наименование яруса листьев и схем опыта	Даты взятия проб							
	22 VI	27 VI	10 VII	17 VII	22 VII	29 VII	6 VIII	13 VIII
Верхний ярус, без полива	6.50	6.22	9.01	6.32	7.39	8.00	9.93	—
То же, один полив 21 VI	—	7.40	7.67	6.26	6.00	8.26	8.94	9.05
То же, два полива: 21 VI, 17 VII	—	—	—	—	5.25	6.94	8.45	8.82
Средний ярус, без полива	—	—	8.76	6.74	6.95	—	—	—
То же, один полив 21 VI	—	—	5.86	6.49	6.92	—	—	—
Нижний ярус, без полива	5.20	6.27	3.42*	5.69	5.26	7.56	9.03	—
То же, один полив 21 VI	—	6.03	4.70	5.14	5.69	4.69	7.80	—
То же, два полива: 21 VI, 17 VII	—	—	—	—	3.85	4.80	4.90	—

Как видно из приведенной табл. 2, общее количество дисахаридов во всех этажах листьев больше, чем моносахаридов на всех схемах опыта.

* После осадков.

При этом количество их возрастает к концу вегетационного периода, в то время как количество моноз остается стабильным с небольшим понижением к концу вегетации. Повышение процента дисахаридов можно объяснить ослаблением оттока их к концу вегетации и уменьшением темпа перехода моноз в дисахариды вследствие недостатка воды в листьях. И действительно наблюдения за содержанием воды в листьях показали, что к концу вегетационного периода процент воды резко снижается на всех схемах. Во всех ярусах листьев растений на неполивной схеме, как видно из табл. 2, количество дисахаридов больше, чем у однополивных, и тем более, чем у двухполивных растений. Причина этого кроется очевидно в слабом оттоке у неполивных растений вследствие недостаточного водоснабжения.

Интересная зависимость наблюдается по динамике дисахаридов в связи со вторым поливом. До второго полива растения на двухполивной схеме вели себя, как и на однополивной схеме с одноименным поливом; после второго полива на этой схеме количество сахаров во всех ярусах листьев резко снижается, но это не указывает на понижение активности растений, так как отток и ассимиляция по нашим наблюдениям и после второго полива возрастали.

Это указывает повидимому на то, что при улучшении водоснабжения растений увеличивается синтез растворимых углеводов в нерастворимые формы—крахмал (обратная «сахарная реакция»). Именно здесь наблюдается явление, обратное тому, на что указывали Львов и Березнеговская⁽³⁾, наблюдавшие увеличение растворимых углеводов («сахарная реакция») и уменьшение крахмала (гидролиз) вследствие подвядания листьев табака при засухе.

Наблюдения за динамикой крахмала показали следующее (табл. 3).

Таблица 3

Количество крахмала в процентах на 100 г сухого вещества

Наименование ярусов листьев и схем опыта	Даты взятия проб							
	22 VI	27 VI	10 VII	17 VII	22 VII	29 VII	6 VIII	13 VIII
Верхний ярус, без полива . .	9.06	6.53	9.41	8.05	9.47	9.68	—	—
То же, один полив 21 VI . .	—	9.11	9.78	9.42	9.48	10.54	9.82	9.20
То же, два полива: 21 VI, 17 VII	—	—	—	—	9.61	11.34	9.04	10.64
Средний ярус, без полива . .	—	—	9.62	8.17	7.85	7.85	—	—
То же, один полив 21 VI . .	—	—	8.38	8.48	9.64	—	—	—
Нижний ярус, без полива . .	8.51	9.05	8.98	7.84	7.36	9.81	10.98	—
То же, один полив 21 VI . .	—	8.94	9.13	6.10	7.19	9.54	9.47	—
То же, два полива: 21 VI, 17 VII	—	—	—	—	9.29	9.46	8.93	—

Как видно из табл. 3, количество крахмала примерно в 2 раза больше, чем моноз, и в 1.5 раза больше, чем дисахаридов во всех ярусах листьев (за исключением верхнего яруса у неполивных растений), на всех схемах и во все дни проб. К концу вегетационного периода содержание крахмала повышается с незначительным понижением в фазу цветения. Такое повышение вполне увязывается с понижением содержания моноз во второй половине вегетации, особенно в верхнем ярусе, что указывает на возможность перехода их в крахмал.

В нижнем ярусе листьев, как правило, меньше крахмала, чем в верхнем ярусе, на что указывают Львов и Березнеговская⁽³⁾; исключение представляют неполивные растения при наблюдениях 27 VI и 10 VII. Средний ярус

листьев по содержанию крахмала занимает промежуточное положение между верхним и нижним ярусами листьев.

В верхнем ярусе листьев количество крахмала, как правило, больше всего у растений двухполивной схемы, а затем у однополивной по сравнению с неполивными, т. е. наблюдается картина, обратная содержанию моноз и дисахаридов.

Таблица 4

Количество общего азота в листьях подсолнечника в процентах на 100 г сухого вещества

Наименование ярусов листьев и схем опытов	Даты взятия проб						
	27 VI	11 VII	17 VII	22 VII	29 VII	7 VIII	13 VIII
Верхний ярус, без полива	4.75	5.12	4.93	4.84	4.36	3.15	3.0
То же, один полив 21 VI	—	—	—	4.33	4.49	3.35	3.26
То же, два полива: 21 VI, 17 VII	4.42	4.91	4.67	4.20	4.82	4.15	3.57
Средний ярус, без полива	4.05	3.94	4.40	4.49	3.71	2.02	—
То же, один полив 21 VI	—	—	—	3.99	3.84	2.65	—
То же, два полива: 21 VI, 17 VII	3.89	3.78	4.18	3.90	4.19	3.44	—

Как видно из приведенной табл. 4, в верхнем ярусе листьев у неполивных растений до налива зерна количество общего азота больше, чем у поливных; после налива зерна они меняются местами. Повышенное процентное содержание азота в листьях неполивных растений в первой половине вегетации объясняется повидимому отмеченной низкой ассимиляцией этих растений, вследствие чего было слабое накопление углеводов, а отсюда слабо выражен прирост сухого вещества.

Снижение же азота у неполивных растений во второй половине вегетации можно объяснить уже более ранним их созреванием (подсыханием листьев), вследствие чего у них увеличивается отток азотистых соединений в семена, а поступление их из почвы ослабевает. У растений на двухполивной схеме во второй половине вегетации азота было больше, чем на однополивной, и тем более, чем на неполивной схеме.

В ы в о д ы. 1. При орошении вследствие оптимальных условий влажности почв в листьях подсолнечника увеличивается процент дисахаридов и полисахаридов и снижается процент моноз и азота, что указывает на уменьшение гидролиза и улучшение синтеза. Таким образом здесь наблюдается процесс, противоположный условиям недостаточного увлажнения (при засухе). Общее количество растворимых углеводов в листьях у поливных растений благодаря лучшей их обеспеченности водой меньше, чем у неполивных, вследствие увеличения синтеза в крахмал, что повышает накопление сухого вещества; особенно это заметно на многополивных схемах по сравнению с однополивной и неполивной схемами.

2. По содержанию отдельных групп углеводов и азота верхние листья выделяются более высокими показателями вследствие большей их активности в ассимиляции; особенно это заметно у растений на многополивных схемах, по сравнению с однополивной и неполивной схемами.

Физиологическая лаборатория.
Всесоюзный институт зернового хозяйства.
Саратов.

Поступило
20 IV 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. М. Васильев и Н. Г. Васильева, ИМЕН, № 9 (1934).
² С. П. Костычев, Физиология растений, ч. I, стр. 309 (1933). ³ С. Д. Львов и Л. Н. Березнеговская, Тр. БИН АН СССР, 1 (1934). ⁴ Б. А. Чижов, Журн. оп. агроп. ю.-в., III, в. 1 (1926). ⁵ K. P a e s h, Planta, 24, H. 4 (1935).