

АГРОФИЗИОЛОГИЯ

Академик А. А. РИХТЕР и О. К. ЭЛПИДИНА

**К ПРАКТИКЕ ВОЗДУШНОГО УДОБРЕНИЯ УГЛЕКИСЛОТОЙ**

Задача повышения продуктивности ассимиляционного процесса путем увеличения концентрации углекислоты в окружающей среде зеленых листьев атмосфере решалась рядом исследователей вполне положительно для культур под стеклом, в замкнутых помещениях, не допускающих скольконибудь чувствительной утечки газа.

Результаты этих «газационных» постановок были настолько обещающи (увеличение урожая вдвое и более), что мысль работников естественно обратилась к возможности подкормки культурных растений углекислотой непосредственно в поле, в естественных условиях, без каких-либо приспособлений для искусственного локализования газообразного материала—углекислоты.

Первые попытки в этом направлении имеют уже почти двадцатилетнюю давность<sup>(5,7)</sup> и дали, казалось, весьма положительные результаты с поднятием урожая большинства культур (шпината, картофеля, люпина, ячменя) в размерах от 150—300%. Однако, как это часто бывает, ряд следующих опытов<sup>(2,4)</sup>, поставленных более критически и с более точным учетом привходящих моментов и условий культуры, привел к необходимости гораздо более осторожного отношения к возможностям повышения урожая путем удобрения газообразной углекислотой. Показательны в этом отношении данные Бемера и Ринтелена<sup>(1)</sup> 1933 г. с весьма мало обнадеживающими результатами.

Между тем, если считать выполненными все необходимые условия для выявления повышенной ассимиляционной деятельности листьев газированных растений—повышенного зольного питания, отсутствия вредных газообразных примесей, надлежащей концентрации углекислоты в воздухе,—теоретически надо ожидать вполне определенного и закономерного увеличения биологической продукции, и неудачи в этом направлении следует приписать в большей мере чисто техническим затруднениям. Из них главным является значительная трудность удержания выпускаемой на поле из той или другой системы труб сухой газообразной  $\text{CO}_2$  в непосредственной близости к зеленым органам растений. Уже небольшой ветер приводит к резкому перемещению и связанному с ним перемешиванию атмосферных слоев и как следствие к нарушению газовой подкормки и хода ассимиляционного процесса при ней.

Летом 1936 и 1937 гг. по инициативе проф. д-ра Лорха на полях в Марфине и Немчиновке (под Москвой) были поставлены опыты с подкормкой картофеля газообразной углекислотой совместно с искусственным дождеванием, давшие резкие показатели в сторону поднятия урожайности

клубней этого растения в связи с значительным повышением роста (ботва достигала роста человека) и жизнеспособности надземных частей.

Ближайшие анализы приемов были проведены при любезном согласии проф. д-ра Лорха, при участии научного сотрудника Лаборатории агрофизиологии А. И. Гречушникова, научной сотрудницей института физиологии растений Академии Наук СССР О. К. Элпидиной, воспользовавшейся предоставленными ей установками Института картофельного хозяйства в Коренево.

Первые же опыты с газацией сухой углекислотой, проводимой при помощи системы труб, проложенных по картофельному полю на расстоянии 10 м друг от друга и снабженных для выпуска газа небольшими отверстиями, дали яркое подтверждение теоретически намеченному предположению о малой продуктивности подобного приема.

Приведем результаты анализов содержания углекислоты в воздухе во время газации.

День ясный. Сильный ветер.

[Определения проводились при помощи прибора академика Рихтера (6)].

#### К о н т р о л ь н ы й у ч а с т о к

В ботве—0.598 мг  $\text{CO}_2$  на 1 литр (0.0302% по объему)

Над ботвой—0.590 мг  $\text{CO}_2$  на 1 литр (0.02985% по объему)

#### Г а з и р о в а н н ы й у ч а с т о к

В ботве—0.612 мг  $\text{CO}_2$  на 1 л (0.03098% по объему)

Над ботвой—0.682 мг  $\text{CO}_2$  на 1 л (0.03449% по объему)

Как видно из приведенных цифр анализов, результаты подкормки сводятся фактически к очень слабому повышению концентрации углекислоты в атмосфере, окружающей и непосредственно прилегающей к вегетативным частям картофельного растения. Разница между газированным и контрольным участками в лучшем случае достигает лишь 0.092 мг на 1 л воздуха, т. е. 0.00071%.

Вероятность поднятия при этом ассимиляционного процесса весьма мала.

Весьма любопытны результаты газации, произведенной одновременно и совместно с дождеванием картофельного поля. Уже а priori, основываясь на растворимости углекислоты в воде, можно было ожидать, что поступающий в дождевальные трубы под давлением в три-четыре атмосферы газ будет целиком или в значительной степени растворяться в воде, «газируя» ее, и, действительно, пробы такой воды давали очень резкий осадок углекислого бария.

Проведенные же одновременно с газацией анализы атмосферного воздуха дали весьма отчетливые результаты не повышения, а скорее снижения содержания  $\text{CO}_2$ . Приведем цифры:

До газации на уровне ботвы в 1 л воздуха 0.590 мг  $\text{CO}_2$ , или 0.02985%, а в момент газации совместно с дождеванием на уровне ботвы 0.546 мг  $\text{CO}_2$ , или 0.02762%.

Дождевальная вода увлекает с собой содержащуюся в атмосфере углекислоту и уносит ее с собой на поверхность ботвы и в почву. Припомним указания Лундегорда (3) на снижение содержания  $\text{CO}_2$  в воздухе в течение сильно дождливого лета и данные А. А. Рихтера (6), говорящие о снижении концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе во время снегопада.

Растворенная в дождевальной воде и как бы «исчезнувшая» углекислота не является однако потерянной для растительного организма. Насыщенные  $\text{CO}_2$  капли воды оседающие на ботве, стекающая и поглощаемая почвой вода, являются запасным резервуаром, из которого растение может при благоприятных условиях черпать постепенно материал для своего

ассимиляционного процесса. Для этого очевидно необходимо создать условия испарения растворителя—воды—и вызвать этим выделение в газообразном виде углекислоты. Приведем примеры из ряда проведенных опытных анализов.

Дождевание с газацией на опытной делянке было проведено 16 IX с 8 до 10 ч. 30 м. утра; погода пасмурная, кучевые облака. В 11 час. утра взяты пробы воздуха в ботве картофеля и над ней; анализы дали цифры: содержание углекислоты 0.541 мг/л (0.02736%) над ботвой и 0.594 мг/л (0.03004%) внутри ботвы; углекислота газации исчезла.

Через 2 час., в 13 час., взяты новые пробы; над ботвой содержание углекислоты остается все тем же: на 1 л воздуха 0.546 мг (0.02761%), но в ботве концентрация ее начинает возрастать: анализ дал 0.656 мг/л (0.03313%); еще через два и три часа, в анализах 15 и 16 час. цифры остаются близкими—под поверхностью ботвы 0.528 и 0.550 мг/л и внутри сплетения картофельных стеблей, обильно смоченных дождевой водой,—0.620 и 0.695 мг/л.

К этому времени, после 16 час., погода резко меняется, облака расходятся и проглядывает яркое солнце. Данные анализов в 17 час. регистрируют наряду с обычным содержанием углекислоты над ботвой в 0.554 мг/л (0.02847%) резкий скачок концентрации этого газа внутри ботвы, насквозь пропитанной газированной водой; анализ дает 13.728 (!) мг/л воздуха, т. е. в объемных процентах 0.67442.

Эта вспышка держится и далее, но уже в значительно более слабом выражении, так как произошло изменение погоды: стал моросить мелкий дождь: в 18 час.—0.792 мг/л и в 19 час.—0.809 мг/л.

На следующий день, 17 IX, при ясной и сравнительно тихой погоде анализы на углекислоту дали в атмосфере над поверхностью ботвы 0.660 мг/л (17 час.) и 0.678 мг/л (18 час.), с соответствующими показателями внутри чащи переплетенных стеблей картофеля: 0.950 мг/л (17 час.) и 0.713 мг/л (18 час.). В то же время была сделана попытка индуцировать выделение магазинированной в почве углекислоты освобождением борозды от ботвы для непосредственного воздействия воздуха и света.

Результаты этой операции не замедлили сказаться в ярком поднятии концентрации  $\text{CO}_2$ , уловленном в ряде анализов надземного воздуха: в 17 час.—углекислота 0.722 мг/л (0.03652%), в 17 ч. 30 м.—15.752 мг/л (0.7973%) и в 18 час.—0.959 мг/л (0.04851%).

Таким образом само собой напрашивается заключение, что газированный во время дождевания участок поля представляет собой род магазина углекислоты, отдающего ее в атмосферу постепенно по мере создания условий испарения дождевальной воды.

Эти условия связаны обычно с солнечной инсоляцией, т. е. с условиями, обеспечивающими и работу хлорофиллоносного аппарата. Отсюда и возможность повышения урожая, действительно наблюдавшаяся в опытных условиях.

Как общий вывод следует отметить продуктивность полевого удобрения газообразной углекислотой, связанного с процессом дождевания и применяемого в определенных метеорологических условиях, способствующих вначале магазинированию углекислоты в почве и в виде раствора на надземных частях растений, а затем ее выделению из раствора.

Институт физиологии растений  
им. К. А. Тимирязева.  
Академия Наук СССР.  
Москва.

Лаборатория агрофизиологии Института  
картофельного хозяйства. Коренево.

Поступило  
16 XI 1937.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> B ö m e r u. R i n t e l e n, ZS. f. Landw. (1933). <sup>2</sup> B o r n e m a n n, Kohlen-  
säure und Pflanzenwachstum (1920). <sup>3</sup> Л у н д е г о р д Почвенные условия и рост  
растений (1936). <sup>4</sup> L u n d e g ä r d h, Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur (1924).  
<sup>5</sup> R i e d e l, Mitt. d. d. Landw. Ges. (1919). <sup>6</sup> А. А. Р и х т е р, ДАН, II (XI),  
№ 7 (1936). <sup>7</sup> H. F i s c h e r, Gartenflora (1912); Ang. Bot. (1919).