

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. П. ЩЕРБАКОВ

**КОРРЕЛЯЦИЯ РОСТА И НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗОЛЫ
И АЗОТА В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ СОИ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СООТНОШЕНИЯХ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ
В ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ**

(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 11 VIII 1953)

В развитие уже опубликованных нами исследований (1-4) в настоящей работе мы ставили себе целью проследить, в какой мере изменяется сухой вес урожая отдельных надземных органов (листья, стебли, створки бобов, семена) сои в соответствии с условиями питания и накоплением элементов золы и азота в этих органах.

Растения выращивались в вегетационных сосудах на песчаном питательном субстрате при различных соотношениях кальция к магнию на

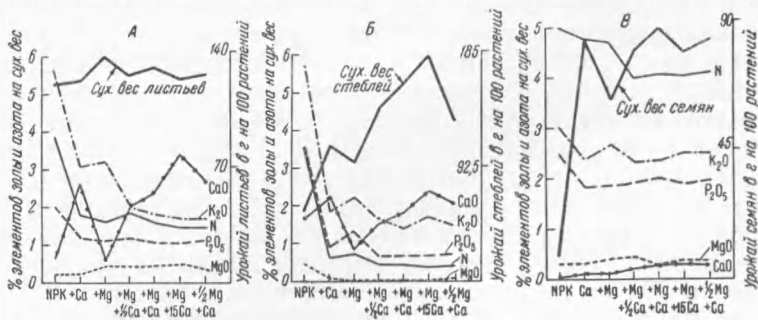


Рис. 1. Изменение содержания азота и элементов золы в растениях сои; 11 X. А — в листьях, Б — в стеблях, В — в семенах

фоне NPK. Методика постановки опытов и учета урожая были те же, что и в ранее опубликованных исследованиях. Для настоящей работы растения были взяты в период полной спелости семян (11 X).

На приведенных графиках показаны изменения урожая сухой массы и процентного содержания элементов золы и азота в надземных органах сои. Из этих данных прежде всего можно видеть, что дифференцированный учет урожая и содержания элементов питания в отдельных органах дает более полное представление о реакции растения на условия питания и об их химическом составе (см. рис. 1), чем суммарный учет во всей надземной части растения. Если максимум урожая створок бобов и семян возникал при соотношении в питательной среде $Ca : Mg = 1 : 1$, то для стеблей этот максимум был при соотношениях $Ca : Mg = 15 : 1$, а для листьев $0 : 1$. Очевидно, подобные смещения должны характеризовать различную физиологическую потребность этих органов в условиях питания. Далее, видно, что кривая урожая всех надземных органов находится в прямом соответствии с накоплением кальция в тканях этих органов и с увеличением концентрации этого элемента в питательной среде.

Процентное содержание калия, магния, фосфорной кислоты и азота изменялось в обратном направлении: по мере повышения концентрации кальция в питательной среде и процентного содержания его в тканях этих органов их процент снижался и, наоборот, внесение одного магния вызывало во всех случаях повышение их процентного содержания. В связи с этим следует указать, что утверждение Гинсбурга и Шейве⁽⁵⁾ о том, что внесение углекислого кальция в питательную среду, а также смещение реакции среды выше рН 6,0 якобы повышает процентное содержание азота в растениях⁽⁵⁾, нашими исследованиями не подтвердилось. Приведенные в графиках данные позволяют говорить об обратном влиянии.

Известный интерес представляет также порядок расположения процентного содержания элементов питания в различных органах. Можно видеть, что процент азота изменялся в следующем порядке: семена > > листья > стебли > створки; калия — створки > семена > листья > > стебли; фосфорной кислоты — семена > листья > стебли > > створки; кальция — листья > створки > стебли > семена и магния — створки > семена > листья > стебли.

Из этих данных можно сделать вывод, что каждый из этих органов, будучи тесно связан друг с другом в общем цикле развития растения, обладает собственной, присущей ему физиологией, характеризующей его природу. Эти их физиологические особенности проявляются одновременно с внутриклеточными процессами^(2, 4, 6) также и в характере накопления элементов золь и азота. Познание этих закономерностей дает нам ключ для управления ростом и развитием растения и для получения желательного урожая.

На рис. 2 показаны изменения соотношений в урожае надземных органов и накопления питательных веществ в них в различных условиях питания кальцием и магнием. Величина урожая и потребления элементов золь и азота всей надземной частью 100 растений в каждом варианте принята за единицу, независимо от абсолютного их значения. Прежде всего следует отметить, что по мере увеличения концентрации кальция в питательной среде, параллельно увеличению общего урожая надземной части, происходило увеличение доли сухого вещества, приходящейся на стеблевые части растения, створки и семена. Соответственно уменьшалась доля урожая сухой массы, падающая на листья. Если при недостатке кальция (вариант NPK) растение расходовало на построение листовой массы более 50% пластических веществ, то при внесении кальция этот расход снижался почти до 30%. Одновременно с этим происходило увеличение расхода на образование других органов. Подобного повышения удельного веса урожая стеблей и уменьшения урожая листьев при внесении одного магния (вариант NPK + Mg) не происходило. Следовательно, изменение соотношений кальция к магнию в питательной среде в пользу кальция резко меняло не только величину общего урожая надземной части растения, но и структуру урожая. Кроме того наиболее резкие изменения наблюдались в распределении азота. Несмотря на то, что внесение кальция сопровождалось во всех случаях заметным уменьшением потребления азота всей надземной частью растения, расход его на построение семян резко увеличивался: с 13% в варианте NPK до 51—58% при внесении различных доз кальция, а на построение створок бобов — в 3—5 раз. Одновременно с этим происходило уменьшение расхода азота на построение листовой массы и особенно стеблевых частей (в последнем случае почти в 2—3 раза). Удобная же картина наблюдалась и в отношении фосфорной кислоты. Уменьшение поглощения растением нитратов по мере увеличения дозы кальция в питательной среде подчеркнуто также в работе Н. С. Турковой⁽⁷⁾.

Таким образом, при недостатке кальция в питательной среде создавалось положение, когда растения, имея в своем распоряжении, в результате поглощения, большие количества азота и фосфора по сравне-

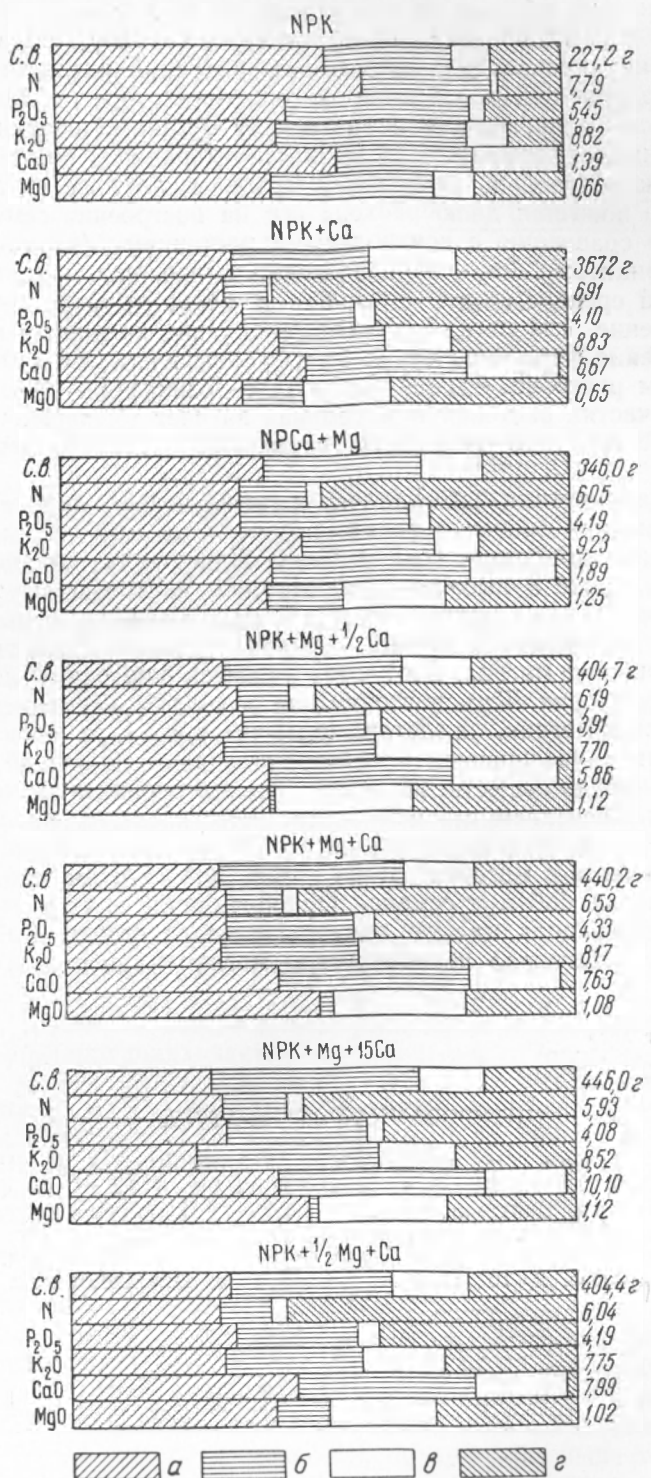


Рис. 2. Распределение сухого вещества и элементов питания в надземных органах сои (сухой вес урожая и накопление питательных веществ в целом растении принят за 100%); справа на рисунке даны величины потребления и накопления сухого вещества в 100 растениях. *a* — листья, *б* — стебли, *в* — створки бобов, *г* — семена

нию с растениями, обеспеченными кальцием, не могли рационально их использовать для построения репродуктивных органов. Очевидно, при этом в растении происходило торможение редукации нитратов, в связи с чем наблюдалось парадоксальное явление — азотное голодание при наличии азота. Распределение калия между органами сохранялось примерно в равных отношениях в большинстве вариантов опыта; внесение кальция снижало уровень накопления калия в листьях и в стеблях, одновременно повышая долю расхода его на построение семян и створок бобов по сравнению с контрольными растениями (вариант NPK) и отчасти с вариантом NPK+Mg. Очевидно также, что присутствующий в питательной среде кальций тормозил в большей мере поступление калия в растение, чем магний. Общее накопление кальция в надземных органах растения увеличивалось по мере повышения концентрации его в питательном растворе. Одновременно шло повышенное накопление его в стеблевых частях растения и в семенах за счет уменьшения расхода на построение листовой массы по сравнению с вариантами NPK и NPK+Mg.

Любопытная картина наблюдалась в распределении магния. Общее потребление магния особенно сильно возросло во всех тех вариантах, где был дан кальций совместно с магнием. Присутствие кальция в питательной среде, даже в высокой концентрации, не только не тормозило поступления магния, но даже усиливало его. Очевидно, кальций, обеспечивая лучшее развитие растений, создавал условия для более интенсивного поглощения магния. Этот факт является еще одним доказательством того, что теория Лёва применима не всегда⁽⁸⁾. Данные о процентном содержании магния, представленные на рис. 1, в свою очередь показывают, что с увеличением процента кальция в тканях не наблюдалось сколько-нибудь существенного уменьшения процента магния во всех органах, за исключением створок бобов. Что касается распределения магния между надземными органами, то во всех вариантах, где был дан кальций вместе с магнием, резко возрастала доля магния, приходящаяся на створки бобов и семена. Одновременно с этим еще более резко понижалась доля магния, приходящаяся на стебли. Следовательно, кальций содействовал передвижению магния в репродуктивные органы.

Институт леса
Академии наук СССР

Поступило
8 VIII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Щербаков, Бот. журн. СССР, № 2 (1949). ² А. П. Щербаков, Биохимия, 14, № 4, 331 (1949). ³ А. П. Щербаков, ДАН, 74, № 4, 851 (1950). ⁴ А. П. Щербаков, Биохимия, 18, № 4 (1953). ⁵ I. Ginsburg, I. Shive, Soil Science, 22, 175 (1926). ⁶ В. И. Товарницкий, Тр. Всесоюз. н.-и. ин-та зернобобовых, 4, 63 (1935). ⁷ Н. С. Туркова, Докл. науч. конферц. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева, 2, 102 (1945). ⁸ O. Loew, Die Lehre vom Kalkfaktor, Berlin, 1914.