

1912

1912

БЕЛОР. СС. С. И.

Отд. 631.84.

Шифр Ж.8590.0.

Инв. № 402532

БИБЛИОТЕКА

Кривич

Объ отношеніи этиолированныхъ проростковъ кукурузы и люпина къ амміаку и нитратамъ (по даннымъ С. И. Калинкина).

Д. Н. Прянишниковъ.

Prianischnikow, Verschiedenes Verhalten der etiolierten Mays und Lupinuskeimlinge gegen Ammoniaksalze und Nitrate.

Въ VII отчетѣ нашей лабораторіи были помѣщены двѣ статьи покойнаго С. И. Калинкина, касавшіяся означенной темы; въ одной описывались опыты съ кукурузой, ростки которой, при богатствѣ углеводами, обнаружили въ случаѣ питанія амміакомъ прирость не только аспарагина, но и относительный перевѣсъ содержанія бѣлковъ (по сравненію съ ростками въ дистиллированной водѣ); въ опытѣ же съ люпиномъ изучалось вліяніе температуры на процессъ образовація амміака, проявляющійся при нѣкоторыхъ условіяхъ съ особенной рельефностью у этого растенія, бѣднаго углеводами.

Опытъ съ кукурузой былъ повторенъ Ст. И. въ расширенной формѣ еще за время его пребыванія въ нашей лабораторіи; опытъ же съ люпиномъ продолженъ имъ за-границей (въ лабораторіи проф. Э. Шульце въ Цюрихѣ лѣтомъ 1912 г.), но по тому и другому опыту сохранились лишь цифровыя данныя съ очень краткими отмѣтками, полного же текста Ст. И. написать не успѣлъ.

Схема опыта съ кукурузой была дополнена введеніемъ нитратовъ, кромѣ того растенія убирались въ 2 срока, черезъ 10 и 17 дней послѣ высадки ростковъ въ растворы.

Растворъ NH_4Cl имѣлъ концентрацію 0,1%, растворы $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и NaNO_3 содержали столько соотвѣтственной соли, чтобы дать растеніямъ тѣ же количества азота, какъ и въ случаѣ NH_4Cl .

Исходныя зерна кукурузы имѣли вѣсъ 46,49 гр. въ 100 зернахъ; растенія, выращенныя въ темномъ помѣщеніи при 19—21°C и убранныя черезъ 10 дней, имѣли такой вѣсъ:

| Вода. | NH_4Cl + CaCO_3 | $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | NaNO_3 | CaCO_3 |
|-------|---|----------------------------|-----------------|-----------------|
| 43,74 | 42,15 | 42,96 | 40,71 | 41,27 |

Такимъ образомъ во всѣхъ случаяхъ энергія дыханія (и роста) нѣсколько повышалась подѣ вліяніемъ внесенныхъ солей; во всякомъ случаѣ для насъ важно отмѣтить, что ни одна изъ смѣсей не подавляла развитія растеній.

К

Реакція растворовъ оказалась щелочной, но въ разной мѣрѣ, а именно на 100 к. с. пошло децинормальной кислоты: (вѣроятно, при метиль-оранжѣ):

0,1 0,9 2,1 0,1 3,2 куб. сант.

Сверхъ ожиданія NaNO_3 дала малую щелочность, что нужно поставить въ связь съ малымъ поступленіемъ азота въ растенія въ этомъ случаѣ; именно, растворы отдали (считая по анализу растворовъ) на каждыя 100 ростковъ слѣдующія количества азота:

$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaCO}_3$ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ NaNO_3
0,2468 0,1041 0,0620 gr.

Подобно росткамъ вики въ опытѣ Г. И. Ритмана (VII-й отчетъ) и кукуруза видимо потребляла больше амміачнаго азота, нежели нитратнаго (а изъ нитратовъ азотнокислый кальцій былъ лучшимъ источникомъ азота, чѣмъ азотнокислый натрій); однако лучше судить объ этомъ потребленіи по анализу растеній, такъ какъ исчезновеніе изъ раствора не всегда совпадаетъ съ поступленіемъ въ растенія (см. ниже).

Определеніе хлора въ первомъ растворѣ показало, что хлора было поглощено меньше, чѣмъ слѣдовало бы, если бы въ растеніе поступалъ NH_4Cl ; на 100 растеній поступило 0,1565 gr. NH_3 лишнихъ противъ поглощенія хлора (это объясняется конечно тѣмъ, что растеніе поглощало амміакъ быстрѣе чѣмъ HCl , а послѣдняя давала въ растворѣ CaCl_2 на счетъ CaCO_3).

Анализы растеній дали слѣдующіе результаты, въ пересчетѣ на абсолютныя количества азота въ 100 экз.¹⁾

100 сѣмянъ содержали 0,7392 gr. всего азота и 0,7062 gr. азота бѣлковъ.

Десятидневныя проростки содержали азота въ миллиграммахъ (на 100 растеній):

| | I. Вода | II. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaCO}_3$ | III. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | IV. NaNO_3 | V. CaCO_3 |
|---|---------|--|---------------------------------|---------------------|--------------------|
| Всего N: . . . | 759,3 | 939,9 | 869,7 | 749,5 | 739,1 mgr. |
| N бѣлковъ. . . | 540,9 | 538,0 | 592,9 | 520,9 | 475,2 |
| N аспарагина: . . | 104,5 | 269,5 | 160,7 | 118,7 | 118,3 |
| N амміака: . . . | 3,7 | 4,8 | 6,0 | 5,0 | 4,7 |
| N нитратовъ: . . . | — | — | 19,1 | — | — |
| N другихъ соединений (по разности): . . . | 110,2 | 127,6 | 90,9 | 94,9 | 140,9 |

Отсюда видно, что питаніе амміачной солью (въ присутствіи CaCO_3) вызвало громадный приростъ аспарагина въ росткахъ—количество его

¹⁾ Общій азотъ определялся по Кіельдалю и Юдльбауэру, бѣлки по Штуцеру, аспарагинъ—по Саксе, амміакъ—по Воссгардту, нитраты—по Тиману.

75,56 939,9 592,9

увеличилось въ $2\frac{1}{2}$ раза; большая часть поступившаго въ растенія азота отложена въ формѣ аспарагина (165 mgr. изъ 180); но прироста бѣлковъ (по сравненію съ растеніями, выращенными въ дистиллированной водѣ) здѣсь нѣтъ, очевидно остальные 15 mgr. нужно искать въ группѣ аминокислотъ (или оснований); соответственно этому имѣемъ приростъ $127,6 - 110,2 = 17,4$ mgr. въ той разности (нижняя строка таблицы), которая получается при вычитаніи изъ всего наличнаго азота суммы азота въ ранѣе определенныхъ категоріяхъ соединений. Количество амміака осталось невысокимъ, какъ и въ остальныхъ случаяхъ.

При питаніи $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ поступленіе азота было хотя и не столь велико, какъ въ предыдущемъ случаѣ, но все-таки оно достигаетъ 110 миллиграммовъ на 100 растеній; изъ нихъ однако лишь около половины можно считать отложенными въ видѣ аспарагина (если сравнивать съ растеніями, выращенными въ водѣ; мы признаемъ конечно всю условность этого сравненія); другая половина прироста общаго азота отразилась въ относительномъ увеличеніи количества бѣлковъ; переработанныхъ нитратовъ осталось немного, а группа определяемыхъ по разности азотистыхъ веществъ (аминокислоты и основанія) претерпѣла относительное уменьшеніе.

При питаніи NaNO_3 за 10 дней почти не сказалось еще прямого вліянія этой соли, какъ источника азота; общее количество азота не возрасло (объ уменьшеніи его трудно было бы говорить; возможно, что при 140—145 росткахъ не вполне сглаживаются вліянія индивидуальныхъ колебаній); если количество аспарагина нѣсколько больше, то и количество бѣлковъ соответственно меньше, чѣмъ въ случаѣ I.

Наконецъ, углекислый кальцій дѣлалъ энергію распада бѣлковъ и образованія аспарагина, а особенно много въ этомъ случаѣ приходится на другія небѣлковыя соединенія, определяемые по разности (аминокислоты и основанія).

Обратимся теперь къ анализамъ 17-ти дневныхъ ростковъ, питавшихся такими же растворами.

| | I. Вода. | II. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaCO}_3$ | III. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | IV. NaNO_3 | V. CaCO_3 |
|--------------------|----------|--|---------------------------------|---------------------|--------------------|
| Всего N: . . . | 709,0 | 969,9 | 827,6 | 801,8 | 697,7 |
| N бѣлковъ: . . . | 458,6 | 480,9 | 535,8 | 484,2 | 432,3 |
| N аспарагина: . . | 129,4 | 345,0 | 158,6 | 148,2 | 124,4 |
| N амміака: . . . | 2,9 | 6,1 | 3,1 | 3,0 | 3,2 |
| N нитратовъ: . . . | — | — | 21 mgr. | *) | — |

Здѣсь мы опять видимъ наилучшее поступленіе азота амміачной соли; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ стоитъ посрединѣ, а NaNO_3 уступаетъ обоимъ названнымъ источникамъ азота. Количество бѣлковъ, какъ и раньше, наибольшее при $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, наименьшее при CaCO_3 . Аспарагина также

*) Определенія нитратовъ не дѣлалось.

709,0 969,9 827,6

какъ и въ первой стадіи больше всего при амміачномъ питаніи, затѣмъ идетъ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и NaNO_3 .

Замѣтнаго накопленія амміака не происходитъ, хотя все же на этотъ разъ растенія II ряда относительно богаче другихъ амміачнымъ азотомъ (впрочемъ это богатство не выше того уровня, какой имѣлся въ 10-ти дневныхъ росткахъ при питаніи нитратами—6 mgr. на 100 ростковъ).

Такимъ образомъ въ этихъ опытахъ мы имѣемъ подтвержденіе того, что не только амміакъ, но и нитраты могутъ служить источниками для образованія органическихъ азотистыхъ соединений въ этиолированныхъ растеніяхъ, какъ это установилъ Годлевскій*); что касается образованія собственно бѣлковыхъ веществъ, то хотя въ этихъ опытахъ не содержится прямого указанія на ихъ образованіе насчетъ нитратовъ, но повторно проявившееся относительное увеличеніе бѣлковаго азота благоприятствуетъ допущенію возможности ихъ образованія у такого богатаго крахмаломъ объекта, какъ кукуруза.

Иную картину мы видимъ у люпина; уже въ ранѣе описанныхъ опытахъ мы встрѣтились съ препятствіями при попыткахъ вызвать образованіе аспарагина путемъ питанія амміачными солями (см. статью автора въ VII отчетѣ, гдѣ цитируются данныя опытовъ И. С. Шулова и О. Н. Кашеваровой); въ то время какъ этотъ процессъ чрезвычайно легко осуществляется у ячменя, а у гороха и вики его можно вызвать, если одновременно съ амміачной солью внести CaCO_3 , у люпина въ вышеописанныхъ опытахъ наблюдались другія явленія, въ результатѣ приводившія въ наиболѣе рѣзко выраженныхъ случаяхъ къ пониженію содержанія аспарагина и къ накопленію ненормальныхъ количествъ амміака въ растеніяхъ.

Въ одной изъ предыдущихъ работъ С. И. Калининна, сдѣланныхъ еще въ нашей лабораторіи, онъ наблюдалъ, что энергія образованія амміака въ случаяхъ, подобныхъ вышеупомянутымъ, растетъ при повышеніи температуры (см. VII-й отчетъ нашей лабораторіи, или Извѣстія С. Х. И., 1912 г., кн. 2-я).

Эти опыты онъ предполагалъ продолжить за-границей; но мы располагаемъ лишь данными одного его опыта (сообщенными въ письмѣ, въ краткой формѣ), произведеннаго при обычной температурѣ лабораторіи, по той же схемѣ, какъ вышеупомянутые опыты И. С. Шулова и О. Н. Кашеваровой¹⁾. Главные результаты, полученные при анализѣ ростковъ, сопоставлены съ слѣдующей таблицей:

¹⁾ Bulletin de l'Academie des sciences de Cracovie (1897 и 1903). Мои критическія замѣчанія относительно работы Годлевскаго (см. „Бѣлковыя вещества и пр.“ 1899 г.) не только по хронологіи, но и по существу не приложимы къ его работѣ 1903 г. которая является вполне доказательной.

¹⁾ Сушка ростковъ велась при 65—70°C, причѣмъ они разстилались тонкимъ слоемъ на стеклянныхъ пластинкахъ.

| | Общій N | | N амм. по Босгарду. | | N аспарагина. | | N бѣлковъ. | |
|---|---------|------------------|---------------------|------------------|---------------|------------------|------------|------------------|
| | % | на 100 растеній. | % | на 100 растеній. | % | на 100 растеній. | % | на 100 растеній. |
| Исход. сѣм. ростки | 9.23 | 730,0 | — | — | — | — | — | — |
| 1) Дист. вода . . | 10.50 | 718.2 | 0.385 | 26 mgr. | 3.95 | 270,2 mgr. | 2.73 | 186.7 |
| 2) NH_4Cl (0.1%) . | 10.19 | 680,7 | 0.745 | 50 „ | 35.9 | 239,8 „ | 2.91 | 194.4 |
| 3) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaCO}_3$. | 10.4954 | 753,6 | 0.405 | 30 „ | 4.25 | 305,1 „ | 2.66 | 191.0 |
| 4) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaSO}_3$. | 10.7867 | 745,6 | 0.540 | 37 „ | 4.12 | 284,6 „ | 2.54 | 175,5 |
| 5) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | 10.4627 | 744,0 | 0.265 | 20 „ | 4.21 | 299,3 „ | 2.44 | 173,5 |

Въ этомъ опытѣ имѣются извѣстныя черты, общія съ предыдущими опытами съ люпиномъ (въ отличіе отъ ячменя), но имѣются и свои отличія.

Общимъ является: 1) потери азота при питаніи NH_4Cl — въ то время какъ сѣмена содержали 730 mgr. всего N на 100, ростки на NH_4Cl дали лишь 681 mgr. на 100 экземпляровъ, 2) пониженное содержаніе аспарагина и повышенное содержаніе амміака у растеній на NH_4Cl , выдающееся даже на общемъ фонѣ высокаго % амміака и въ другихъ растеніяхъ (0,74% противъ 0,3—0,4%).

Такъ какъ наблюдалась еще убыль азота въ растворахъ по окончаніи опыта, то сумма потерь на самомъ дѣлѣ еще больше, чѣмъ разность 730—681 mgr.

Причины этихъ потерь, какъ это было выяснено предыдущими опытами въ нашей лабораторіи, лежатъ въ томъ, что у люпина легко нарушается функція превращенія накапливающагося амміака въ амидную форму (аспарагинъ), и кромѣ анестезіи и голоданія нарушеніе это вызываетъ питаніе такими солями какъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и NH_4Cl .

Поэтому получается накопленіе амміака въ видѣ легко диссоциирующихъ солей, и при сушкѣ растеній часть азота теряется.

Кромѣ того возможны потери и во время роста, если часть растеній подвергается „амміачному отравленію“, которое сказывается въ потерѣ тургора и въ особой полупрозрачности, стекловатости тканей, очевидно вслѣдствіе измѣненной осмотическихъ свойствъ плазмы; а такія растенія способны отдавать амміакъ окружающему раствору, дѣлать его щелочнымъ; при этомъ возможна постепенная потеря амміака вслѣдствіе улетучиванія. Если имѣютъ дѣло съ начальной стадіей „амміачнаго отравленія“, то заболѣвшія растенія не легко замѣчаются среди многихъ сотенъ здоровыхъ (или вѣрнѣе кажущихся здоровыми) и выдѣленіе ими амміака въ окружающій растворъ можетъ давать поводъ къ неожиданнымъ явленіямъ.

Чертами же отличающимися настоящей опыт от предыдущих являются следующие: там где к соли аммония добавляется CaCO_3 , накопление аммиака не достигало столь крупных размеров; нѣтъ убыли азота въ растенияхъ и подавления образования аспарагина, есть даже нѣкоторый приростъ содержания общаго азота.

Однако эти различія не носятъ принципиальнаго характера; это видно изъ замѣчанія, что „потери азота изъ раствора превышаютъ значительно малый приростъ азота въ росткахъ“, а такъ какъ по крайней мѣрѣ въ случаѣ комбинаціи $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaSO}_4$ и растворъ самъ по себѣ помимо дѣятельности растенія не долженъ терять аммиака, то очевидно потери были вызваны дѣятельностью растеній; значить и здѣсь растенія въ известной мѣрѣ были болѣе тѣмъ же нарушеніемъ обмѣна веществъ которое можно назвать „аммиачнымъ изнуреніемъ“, только количественно результаты здѣсь сказались не такъ сильно, какъ въ другихъ опытахъ ¹⁾.

Что касается питанія нитратами, то люпинъ не обнаружилъ ни того энергичнаго поступленія азота, ни того яснаго прироста бѣлковъ (по сравненію съ растениями въ дист. водѣ), какое наблюдалось въ случаѣ кукурузы.

Кромѣ этого опыта Ст. И. Калинкинымъ былъ повторенъ въ лабораторіи Э. Шульце ²⁾ еще разъ опытъ съ вліяніемъ температуры на обмѣнъ азотистыхъ веществъ у люпина (см. начало этой работы въ VII отчетѣ нашей лабораторіи); а такъ же поставленъ опытъ еще на одну тему, о которой мы съ нимъ говорили еще до отъѣзда его за-границу (выращиваніе проростковъ люпина на свѣту при возрастающихъ количествахъ углекислоты, начиная отъ полнаго ея устраненія); полученный матеріалъ Ст. И. взялъ съ собой въ Halle, гдѣ онъ получилъ мѣсто на зимній семестръ въ лабораторіи проф. Abderhalden'a, рассчитывая одновременно работать по синтезу полипептидовъ и вести анализы своего матеріала; вскорѣ неожиданное обостреніе туберкулеза и быстрый конецъ прервали теченіе работъ Степана Ильича Калинкина.

Въ одномъ изъ послѣднихъ его писемъ между прочимъ сказано: „Если бы былъ въ Вашей лабораторіи, поставилъ бы опытъ по вліянію кислоты и щелочи (въ концентраціяхъ хотя бы какъ у Гедройца) на распадъ бѣлковъ въ люпинѣ“. Эта мысль возникла у Ст. И. неза-

¹⁾ При отсутствіи подробнаго описанія опыта нельзя судить о томъ, что смягчало здѣсь обычное проявленіе означенныхъ явленій у люпина (можно предполагать слѣдующія вліянія а) возраста растеній б) температуры (при низкой t^0 растеніе того же возраста окажется богаче углеводами) в) особенностей состава даннаго образца сѣмянъ (особенно хорошее вызрѣваніе и потому повышенное содержаніе углеводовъ или наоборотъ—пониженное азотистое питаніе и потому—нѣсколько меньшее содержаніе бѣлковъ и т. п.).

²⁾ Эти опыты велись одновременно съ работой на тему предложенную проф. Шульце (автолизъ, выдѣленіе оснований, аминокислотъ по Фишеру).

висимо отъ того, что такіе опыты въ его отсутствіе у насъ уже были начаты. Они показали, что сильныя кислоты (HCl , H_2SO_4), вводимыя въ соединеніи съ аммоніемъ, играютъ роль въ нарушеніи правильнаго хода синтетическихъ процессовъ у люпина (образованіе аспарагина прекращается), если же дается фосфорнокислый, азотнокислый аммоній и въ особенности карбамидъ, то происходитъ энергичное образованіе аспарагина на счетъ введеннаго аммиака даже и у люпина. Точно также и вліяніе источниковъ углерода было у насъ прослѣжено далѣе, при чемъ оказалось, что повышеніе запаса углеводовъ у люпина (ассимиляція) позволяетъ ему измѣнить отношеніе къ солямъ аммонія (даже съ сильными кислотами) и приблизиться въ этомъ отношеніи къ поведенію проростковъ злаковыхъ, богатыхъ углеводами (кукурузы, ячменя); и наоборотъ, лишеніе запаса углеводовъ заставляеть проростки ячменя относиться къ солямъ аммонія такъ, какъ обычно относится люпинъ (т.-е. накапливать аммиакъ и разрушать аспарагинъ).

Описаніе этихъ опытовъ, хотя и тѣсно примыкающихъ къ работамъ Ст. И. Калинкина, но относящихся главной своей частью къ болѣе позднему времени, должно преимущественно войти уже въ слѣдующій (X) отчетъ нашей лабораторіи ¹⁾.



¹⁾ Въ настоящемъ отчетѣ помѣщена стоящая въ связи съ этой серіей работа А. И. Смирнова (см. выше).

