

УДК 631.45:634.739.2

**В.Л. Федотов, А.П. Яковлев, И.В. Бордок**

## **Особенности сезонной динамики основных элементов питания в верховом торфе под клюквой крупноплодной**

Введение в культуру клюквы крупноплодной на выработанных верховых торфяниках в Витебской области обуславливает необходимость разработки технологии ее выращивания, важнейшим элементом которой является оптимизация режима минерального питания. Работами американских и отечественных ученых доказано, что клюква крупноплодная, несмотря на невысокие потребности в элементах минерального питания, чрезвычайно отзывчива на внесение удобрений [1, 2]. Вместе с тем дозы их внесения в значительной мере определяются характером субстрата и его физико-химическими особенностями. В известной нам литературе рассмотрены вопросы, связанные с реакцией самой культуры на применение удобрений, тогда как изучению поведе-

ния элементов в субстрате при этом уделяется недостаточно, на наш взгляд, внимания.

Исследования сезонной динамики доступных форм азота, фосфора и калия в слое 0-10 см выработанного торфяника верхового типа малой степени разложения с глубиной залежи 0,2-0,8 м под посадками клюквы крупноплодной при внесении минеральных удобрений проводились нами по классической 8-вариантной схеме. Они охватывали полный малый жизненный цикл развития растений, включающий ювенильный (первые 2 года жизни), переходный к генеративному (3-ий год жизни) и этап полной биологической зрелости (4-ый год жизни). Полевой эксперимент проводился на опытном участке Двинской экспериментальной базы Института леса НАН Беларуси в Витебской области в период с 1994 по 1997 гг. Минеральные удобрения вносили в первый год через 3 недели после посадки черенков, в последующие годы – в начале вегетации в следующих дозах: 1 – контроль, без удобрений; 2 – N<sub>20</sub>; 3 – P<sub>40</sub>; 4 – K<sub>40</sub>; 5 – N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>; 6 – N<sub>20</sub>K<sub>40</sub>; 7 – P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>; 8 – N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>. Использовали аммиачную селитру, двойной гранулированный суперфосфат и хлористый калий, которые вносили поверхностно вразброс с последующим поливом. Повторность опыта четырехкратная. Размер каждой делянки, соответствующей определенному варианту опыта, – 10 м<sup>2</sup> при схеме посадки черенков клюквы 20x25 см.

Трижды на протяжении каждого вегетационного сезона (в начале, середине и конце) в верхнем слое торфа определялось содержание легкогидролизуемого азота методом Кьельдаля, подвижных форм фосфора – по Кирсанову, калия – на пламенном фотометре [3], в 3-кратной биологической повторности. Данные обрабатывали статистически [4]. При этом средняя квадратичная ошибка среднего не превышала 1,5-2,0%.

Данные агрохимического анализа торфа в начале эксперимента (табл. 1) свидетельствуют о низкой степени его естественного плодородия, что подтверждается среднекислой реакцией почвенного раствора, невысоким содержанием поглощенных оснований, а также крайне незначительным уровнем содержания основных элементов питания растений.

Таблица 1

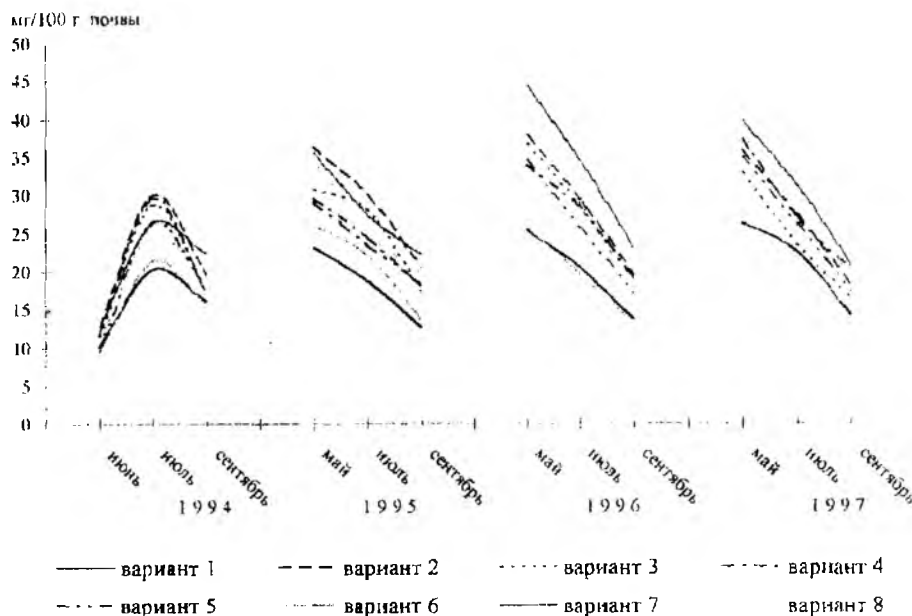
**Агрохимические показатели торфяного субстрата с места проведения полевого опыта (в сухом веществе)**

| Горизонт,<br>мощность,<br>см | рНКСI | Гумус<br>(С)<br>% | Общий<br>азот (N)<br>% | Подвижные<br>формы            |                  | Обменные основания |       |        |
|------------------------------|-------|-------------------|------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------|-------|--------|
|                              |       |                   |                        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Ca                 | Mg    | Ca+Mg  |
|                              |       |                   |                        | мг/100 г                      |                  | мг-экв/100 г       |       |        |
| T1 (0-15)                    | 4,5   | 49,6              | 5,26                   | 0,94                          | 7,68             | 95,43              | 8,73  | 104,16 |
| T2 (16-48)                   | 4,6   | 46,0              | 2,10                   | 1,04                          | 7,23             | 103,34             | 9,37  | 111,72 |
| T3 (49-80)                   | 4,6   | 33,5              | 1,70                   | 0,81                          | 6,90             | 105,80             | 10,68 | 116,48 |

Рассмотрим особенности сезонных изменений в содержании основных элементов питания в торфяном субстрате в зависимости от регламентов их внесения.

В сезонной динамике азота во всех без исключения вариантах полевого опыта были обнаружены сходные закономерности. Так, на первом году развития растений клюквы до середины июля отмечалось пополнение его запасов (рис. 1). Поскольку данное явление имело место и в контроле, то оно мог-

ло быть связано с активизацией в это время микробиологических процессов, способствующих разложению органического вещества торфа и переводу азота в доступное состояние. В сочетании с мизерными потребностями в нем укореняющихся растений, находящихся на начальных этапах своего развития, это приводило к его накоплению в субстрате. Усиление же ростовых процессов клюквы во второй половине вегетационного периода и связанное с ним расходование азота на построение белковых веществ обусловило снижение достигнутых к середине лета его запасов в корнеобитаемой зоне во всех вариантах опыта. Наиболее значительным это снижение оказалось в варианте  $K_{40}$  (в 1,72 раза), наименьшим, близким к контролю, – в варианте  $P_{40}K_{40}$  (в 1,18 раза). В остальных же вариантах оно варьировалось от 1,26 до 1,64 раза.



**Рис. 1. Содержание легкогидролизуемого азота в торфяном субстрате в полевом опыте с клюквой крупноплодной**

В последующие годы жизни растений в сезонной динамике данного элемента в субстрате прослеживалась также общая для всех вариантов опыта, но уже иная тенденция плавного снижения его содержания в течение вегетационного периода. При этом размер этого снижения в вариантах с внесением удобрений возрастал по мере развития растений, но, начиная с 3-го года их жизни, заметно стабилизировался на уровне 1,8 - 2,0 раза (табл. 2).

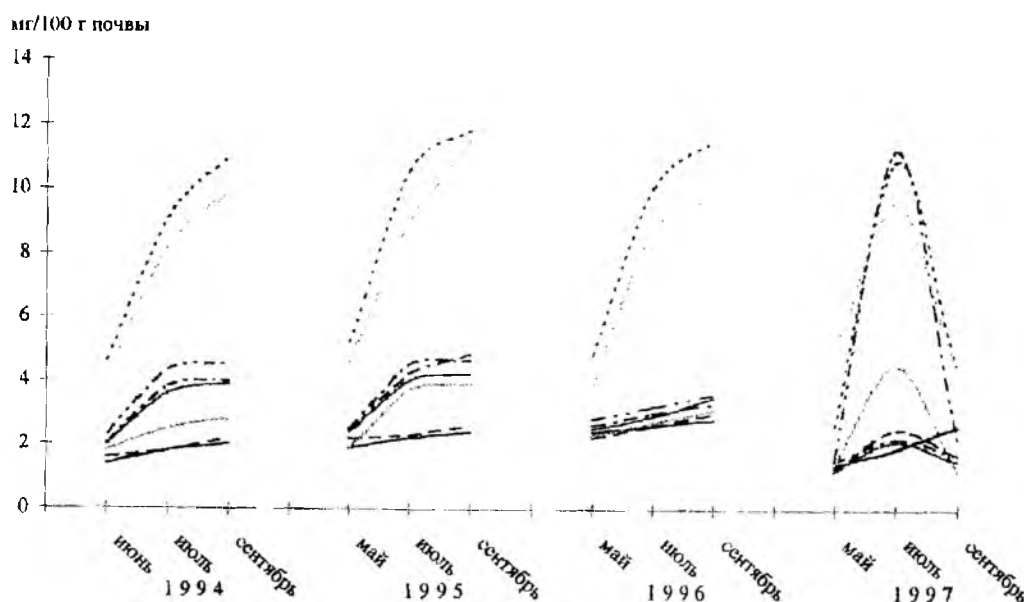
В сезонной динамике подвижного фосфора в торфяном субстрате на протяжении первых трех лет наблюдений во всех без исключения вариантах опыта доминировали накопительные тенденции, наиболее выраженные при внесении одного фосфорного ( $P_{40}$ ) и полного минерального ( $N_{20}P_{40}K_{40}$ ) удобрения и связанные с постепенным растворением суперфосфата (рис. 2). Это способствовало заметному пополнению в субстрате запасов подвижного фосфора к концу каждого вегетационного периода, о размерах которого в отдельных вариантах опыта можно судить по данным табл. 3.

Как и следовало ожидать, наиболее выраженным (в 2,3-2,5 раза) увеличение содержания элемента за период вегетации оказалось в вариантах  $P_{40}$  и  $N_{20}P_{40}K_{40}$ . При этом для ряда вариантов –  $K_{40}$ ;  $N_{20}P_{40}$ ;  $P_{40}K_{40}$ , а также контроля отмечалось снижение размеров сезонного увеличения запасов подвижного фосфора в субстрате от года к году.

**Кратный размер снижения за вегетационный период содержания легкогидролизуемого азота в торфяном субстрате в вариантах полевого опыта**

| Вариант опыта                                       | Годы наблюдений |      |                  |
|---|-----------------|------|------------------|
|   | 2-ой            | 3-ий | 4-ый             |
| 1 - контроль  | 1,84            | 1,87 | 1,86             |
| 2 - N <sub>20</sub>                                 | 1,78            | 1,94 | 1,96             |
| 3 - P <sub>40</sub>                                 | 1,76            | 1,93 | 2,00             |
| 4 - K <sub>40</sub>                                 | 1,64            | 1,80 | 1,84             |
| 5 - N <sub>20</sub> P <sub>40</sub>                 | 1,58            | 2,02 | 2,00             |
| 6 - N <sub>20</sub> K <sub>40</sub>                 | 1,92            | 2,00 | без<br>изменений |
| 7 - P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>                 | 1,60            | 1,93 | 1,91             |
| 8 - N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> | 1,75            | 2,01 | 1,99             |

Однако на четвертом году развития растений характер сезонной динамики элемента заметно изменился. Во всех вариантах опыта, за исключением контроля, пополнение его запасов в субстрате ограничивалось лишь первой половиной вегетационного периода. К осени же происходило их уменьшение. Наиболее выраженный характер этих процессов отмечен в вариантах P<sub>40</sub>; N<sub>20</sub>P<sub>40</sub> и N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>. Изменение же сезонного хода накопления элемента в субстрате на 4-м году жизни растений связано, на наш взгляд, с возрастанием его потребления на формирование органов генеративной сферы плодоносящей клюквы в позднелетний период.



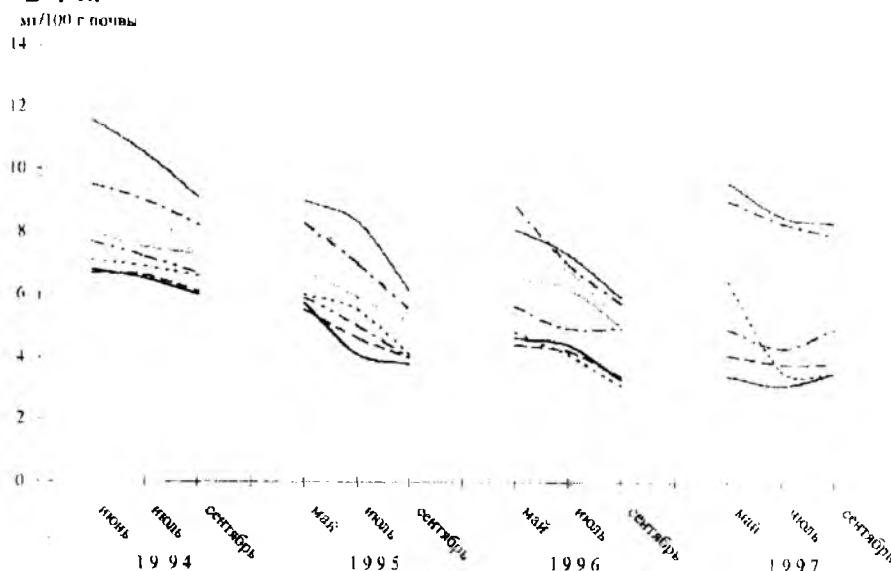
**Рис. 2. Содержание подвижного фосфора в торфяном субстрате в полевом опыте с клюквой крупноплодной.**

Обозначения те же, что и на рис. 1.

**Кратный размер увеличения за вегетационный период содержания подвижного фосфора в торфяном субстрате в вариантах полевого опыта**

| Вариант опыта                                       | Годы наблюдений |      |      |
|---|-----------------|------|------|
|   | 1-ый            | 2-ой | 3-ий |
| 1 - контроль  | 1,43            | 1,26 | 1,17 |
| 2 - N <sub>20</sub>                                 | 1,38            | 1,18 | 1,36 |
| 3 - P <sub>40</sub>                                 | 2,39            | 2,27 | 2,40 |
| 4 - K <sub>40</sub>                                 | 2,00            | 1,84 | 1,27 |
| 5 - N <sub>20</sub> P <sub>40</sub>                 | 1,96            | 1,92 | 1,29 |
| 6 - N <sub>20</sub> K <sub>40</sub>                 | 1,56            | 2,05 | 1,35 |
| 7 - P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>                 | 1,95            | 1,75 | 1,40 |
| 8 - N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> | 2,41            | 2,50 | 2,49 |

В сезонной динамике обменного калия, как, впрочем, и азота, уже начиная с 1-го года наблюдений, прослеживались сходные во всех вариантах опыта тенденции последовательного снижения его уровня в течение вегетационного периода (рис. 3). Это приводило к заметному обеднению им субстрата к осени, что отражено в таблице 4. Сходный характер сезонных изменений в содержании в нем двух этих элементов объясняется как возрастающим их потреблением по мере развития опытных растений, стимулируемым синергическим типом взаимодействия [5], так и частичным вымыванием из корнеобитаемой зоны, обусловленным их высокой миграционной способностью. При этом наибольшие темпы снижения содержания обменного калия в субстрате большинства вариантов опыта отмечены во 2-й и 3-й год наблюдений, наименьшие – в 4-й.



**Рис. 3. Содержание подвижного калия в торфяном субстрате в поле-вом опыте с клюквой крупноплодной.**  
Обозначения те же, что и на рис. 1.

**Кратный размер снижения за вегетационный период содержания обменного калия в торфяном субстрате в вариантах полевого опыта**

| Вариант опыта                                       | Годы наблюдений |      |      |               |
|---|-----------------|------|------|---------------|
|   | 1-ый            | 2-ой | 3-ий | 4-ый          |
| 1 - контроль  | 1,13            | 1,50 | 1,39 | без изменений |
| 2 - N <sub>20</sub>                                 | 1,10            | 1,38 | 1,29 | 1,08          |
| 3 - P <sub>40</sub>                                 | 1,08            | 1,46 | 1,55 | 1,83          |
| 4 - K <sub>40</sub>                                 | 1,16            | 1,51 | 1,54 | 1,14          |
| 5 - N <sub>20</sub> P <sub>40</sub>                 | 1,15            | 1,48 | 1,14 | без изменений |
| 6 - N <sub>20</sub> K <sub>40</sub>                 | 1,10            | 1,33 | 1,30 | без изменений |
| 7 - P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>                 | 1,27            | 1,48 | 1,37 | 1,16          |
| 8 - N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> | 1,28            | 1,49 | 1,44 | 1,38          |

Таким образом, изучение сезонной динамики основных элементов питания в торфяном субстрате в четырехлетнем цикле развития клюквы крупноплодной при разных сочетаниях минеральных удобрений показало, что во все годы наблюдений установлена общность профилирующих тенденций в сезонной динамике элементов во всех вариантах опыта. У азота – на первом году жизни растений – активное накопление до середины лета, сменяемое истощением запасов к осени, в последующие годы – постепенное падение уровня в течение вегетационного периода в 1,8-2,0 раза. У подвижного фосфора – в первые три года наблюдений – доминирование накопительных тенденций до конца сезона, наиболее выраженных при внесении одного фосфорного и полного минерального удобрения, на четвертом году – пополнение запасов в первой половине вегетации и последующее их истощение – во второй. У обменного калия – сходное с азотом постепенное снижение содержания к осени во все годы наблюдений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Дана М.Н.* Nitrogen fertilization and cranberries // Cranberries, 1968, Vol.32, № 12. P.10-11.
2. *Сидорович Е.А., Рупасова Ж.А.* Сезонная динамика накопления минеральных элементов у клюквы крупноплодной // Бюлл. ГБС АН СССР, 1988, вып.147. С.50-53.
3. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. - 488с.
4. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. - 293с.
5. *Ринькис Г.Я.* Оптимизация минерального питания растений. Рига: Зинатне, 1972. - 355с.

### S U M M A R Y

*It has shown bases tendency's of the seasonal dynamics of assimilate forms the nitrogen the phosphorus and the potassium in peat after introduction of mineral fertilizers use classical 8-variants scheme for the space of short four years of live cycle american cranberry.*