

УДК 634.11:631.416.1:631.674.6

UDC 634.11:631.416.1:631.674.6

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕГКОГИДРОЛИЗУЕМОГО АЗОТА В КОРНЕОБИТАЕМОМ СЛОЕ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ И ФЕРТИГАЦИИ В ИНТЕНСИВНОМ САДУ ЯБЛОНИ

ALLOCATION OF HYDROLYABLE NITROGEN IN THE SOIL ROOT ZONE UNDER THE INFLUENCE OF DRIP IRRIGATION AND FERTIGATION IN THE INTENSIVE APPLE ORCHARD

Кузин Андрей Иванович

к. с.-х. н., доцент

SPIN – код =1122-2680

Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

E-mail: kuzin@mgau.ru

Kuzin Andrei Ivanovich

Cand.Agr.Sci., senior lecturer

RSCI SPIN – code =1122-2680

Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

E-mail: kuzin@mgau.ru

Трунов Юрий Викторович

д. с.-х.н., профессор

SPIN – код = 9086-5322

Всероссийский научно-исследовательский институт садоводства им. И.В. Мичурина, Мичуринск, Россия

Trunov Yury Viktorovich

Dr.Agr.Sci., professor

RSCI SPIN – code = 9086-5322

Russian research institute for horticulture named in honor of I.V. Michurin, Michurinsk, Russia

Соловьев Александр Валерьевич

к. с.-х. н., доцент

SPIN – код = 8245-2748

Всероссийский научно-исследовательский институт садоводства им. И.В. Мичурина, Мичуринск, Россия

Solovyev Alexandr Valeryevich

Cand.Agr.Sci., senior lecturer

RSCI SPIN – code = 8245-2748

Russian research institute for horticulture named in honor of I.V. Michurin, Michurinsk, Russia

Пугачев Григорий Николаевич

к. с.-х. н.,

SPIN – код = 1107-4570

Всероссийский научно-исследовательский институт садоводства им. И.В. Мичурина, Мичуринск, Россия

Pugachnev Grigorii Nicolajevitch

Cand. Agr. Sci.,

RSCI SPIN – code 1107-4570

Russian research institute for horticulture named in honor of I.V. Michurin, Michurinsk, Russia

Обеспеченность почв азотом является важным фактором успешного возделывания сельскохозяйственных культур. В настоящее время в Центрально-Черноземном регионе закладываются сады интенсивного типа с высокой плотностью посадки, оборудованные системами капельного орошения и фертигации. Такие насаждения являются относительно новыми, особенно в условиях региона. Фертигация неоднозначно действует структуру почву и содержание в ней элементов питания, в частности легкогидролизуемого азота. Поэтому изучение особенностей распределения легкогидролизуемого азота в почве под влиянием фертигации и капельного орошения является актуальным. Целью нашего исследования было изучение особенностей распределения легкогидролизуемого азота в корнеобитаемых слоях почвы 0-20, 21-40, 41-60, 61-80 см. Исследования проводили по общепринятым методикам. В вышеупомянутых слоях почвы мы определяли содержание легкогидролизуемого азота и урожайность. В результате исследований нами установлено, что в вариантах с фертигацией была

Nitrogen supply of soils is an important factor in the successful cultivation of agricultural crops. Nowadays, in the Central Black Earth region there are planted orchards with high density of trees, with installed systems of drip irrigation and fertigation. Such orchards are relatively new, particularly in this region. Fertigation ambiguous effects on soil structure and its content of nutrients, especially hydrolysable nitrogen. Therefore, the study of the distribution of hydrolysable nitrogen in the soil under the influence of fertigation and drip irrigation is important. The aim of our research was to investigate the distribution hydrolysable nitrogen in the root soil layers 0-20, 21-40, 41-60, 61-80 cm. Investigations were carried out according to conventional methods. In these layers of the soil, we have determined the content of hydrolysable nitrogen and yield. As a result, we have found that in variants with fertigation were the highest yield. In addition, with fertigation it was noted higher content of hydrolysable nitrogen in the soil as compared with the control without irrigation, especially in the deep layers 21-40; 41-60 and 61-80 cm. It was also noted increase

наиболее высокая урожайность. При фертигации было отмечено более высокое содержание легкогидролизуемого азота в почве по сравнению с контролем без орошения, особенно в слоях 21-40; 41-60 и 61-80 см. Также было отмечено повышение содержания легкогидролизуемого азота в почве по периферии контура увлажнения

of hydrolysable nitrogen in the soil along the periphery of the wetting

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, ЛЕГКОГИДРОЛИЗУЕМЫЙ АЗОТ, ФЕРТИГАЦИЯ, КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ, МИГРАЦИЯ АЗОТА В ПОЧВЕ

Keywords: APPLE, HYDROLYSABLE NITROGEN, FERTIGATION, DRIP IRRIGATION,

Возделывание различных сельскохозяйственных культур, в т.ч. яблони, в значительной степени зависит от содержания доступного азота в почве. Азот, являясь основным элементом питания, имеет самый высокий удельный вес среди других элементов минерального питания – до 1,5% сухой массы растений. Он входит в состав многих важнейших веществ, определяющих рост и развитие растительного организма, включая белки и ферменты. Азот в значительной мере определяет фотосинтетическую активность растений [6]. Растения поглощают азот в основном из почвы. Проблемой является то, что почвенный азот – один из немногих элементов питания, который не входит в состав ее материнских пород. Поэтому правильное обеспечение растений этим элементом имеет особое значение, учитывая очень высокую потребность в нем.

Получение стабильных высоких урожаев является залогом интенсификации садоводства России [7]. Для этого насаждения яблони, в течение многих лет произрастающие на одном месте, должны быть постоянно обеспечены оптимальным уровнем содержания азота в почве [6]. Фертигация имеет целый ряд преимуществ в обеспечении доступными элементами питания. Питательные вещества распределяются по всей корнеобитаемой зоне, можно изменять время внесения и их количество в соответствии с потребностями растений, это позволяет снизить норму внесения удобрения, повысить урожайность, качество плодов и экологичность мероприятий [11]. Негативными последствиями фертигации может быть закисление

почв, риск избыточного внесения элементов питания и необходимость использования только хорошо растворимых удобрений [11].

В настоящее время остро стоит вопрос о закладке новых садов интенсивного типа с высокой плотностью посадки в ЦЧР. В садах такого типа основная масса корней деревьев распределяется в слое почвы до 50-60 см в глубину и находится на расстоянии до 40-50 см от штамба дерева в зависимости от подвоя и сорта [1; 2; 12]. Именно фертигация может являться тем самым агроприемом, который может обеспечить деревья яблони необходимым количеством питательных веществ, в том числе доступным для питания азотом, и в тоже время значительно снизить нормы внесения удобрений. Фертигация в значительной степени повышает обеспеченность растений доступным азотом для их питания [11]. Уменьшение дозы внесения минеральных удобрений при фертигации эффективно не только в экономическом плане, но и с позиции почвенной экологии, а также для устранения вертикальной миграции азота. Так, Л.Н. Якушева [8] отмечает, что с увеличением дозы минеральных удобрений возрастает процент потерь азота, который мигрирует по профилю в основном в нитратной форме, а также заметно вымывается азот органических соединений. Интенсивную миграцию азота при капельном орошении без использования фертигации отмечали М.К. Сабиров и М.Д. Раззаков [5].

Таблица 1 – Группировка черноземных почв по обеспеченности легкогидролизуемым азотом, мг на 1 кг почвы (цит. по [3])

Группа	Обеспеченность почв	Содержание легкогидролизуемого азота
1.	Очень низкая	<100
2.	Низкая	101-150
3.	Средняя	151-200
4.	Повышенная	>200

Однако потребность растений в азоте неодинакова в течение сезона, поэтому возможность фертигации регулировать количество вносимых веществ в течение вегетации имеет особое значение (рис.1).

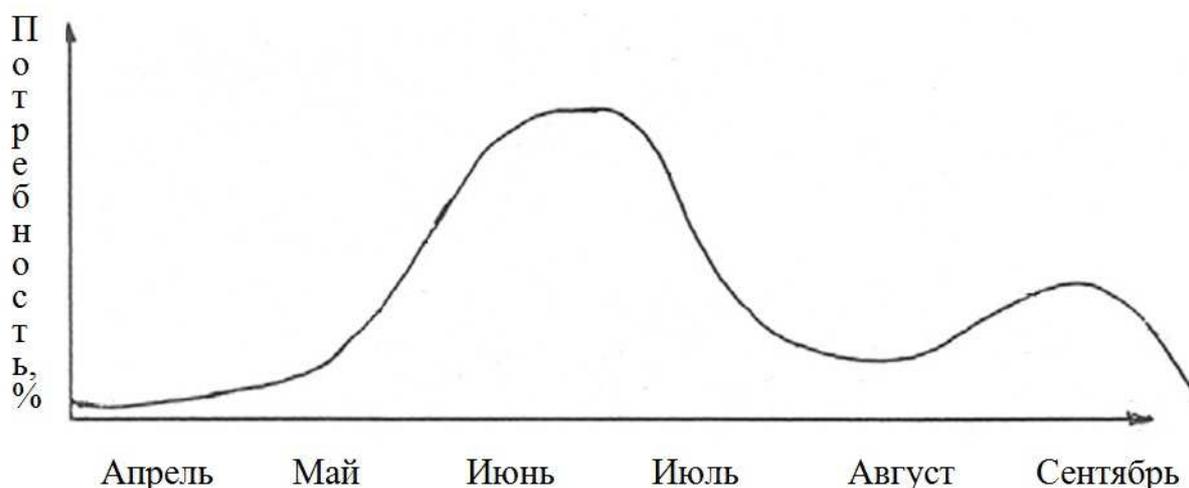


Рис. 1. Потребность яблони в азоте в течение вегетации.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в ООО «Агроном-сад» (Липецкая область), тип почвы – чернозем выщелоченный, содержание гумуса 4,1%, и ОАО «Дубовое» (Тамбовская область) – лугово-черноземная типичная почва с содержанием гумуса 4,9%. В 2013-2014 гг. в данных хозяйствах было выполнено по 8-10 поливов с оросительной нормой 450-500 м³/га. Схемы посадки, сорта и подвой: 4 x 1,5 м, Имрус, Лобо и Спартан, подвой ПБ-9 (ООО «Агроном-сад»); 4,5 x 1,5 м. Лобо и Спартан, подвой 62-396 (ОАО «Дубовое») год посадки 2010. Повторность трехкратная, количество учетных деревьев в деланке: 50 шт. В ООО «Аг-

роном-сад» норма внесения удобрений для фертигации $N_{15}P_{20}K_{15}$ с микроэлементами в 2 полива, дополнительно к этому в начале апреля поверхностно вносили аммиачную селитру в приствольные круги без заделки в почву в норме N_{10} . Содержание почвы в междурядьях – черный пар. В ОАО «Дубовое» норма удобрений для фертигации $N_{10}P_{10}K_{10}$ также в 2 полива. Дополнительно была внесена поверхностно сплошную аммиачная селитра в норме N_{15} . Нормы удобрений для внесения определялись по результатам почвенно-лиственной диагностики. Содержание междурядий – искусственное задернение. Расстояние между капельницами 60 см. Источником поливной воды были артезианские скважины. В ООО «Агроном-сад» вода имела выраженную щелочную реакцию (рН 8,7), ОАО «Дубовое» рН воды 7,2. Влажность почвы поддерживалась на уровне 80-90 НВ%.

Пробы почвы отбирали по слоям 0-20, 21-40, 41-60 и 61-80 см, непосредственно под капельницей, между капельницами в ряду и на расстоянии 30 см и 60 см в направлении центра междурядья. Содержание легкогидролизуемого азота определяли по методу Тюрина и Конновой [4].

Обсуждение результатов исследований. Фертигация является сравнительно новым агроприемом в Центрально-Черноземной зоне, однако ее преимущества очевидны. В насаждениях с высокой плотностью посадки оптимизируется режим питания растений и тем самым повышается урожайность. В наших опытах прибавка урожайности в интенсивных насаждения яблони составила по сорту Имрус – почти 60%, по сорту Лобо – 77- 98%, по сорту Спартан 24-46%.

Насаждения были заложены весной 2010 г., который был крайне неблагоприятным для сельскохозяйственных культур ЦЧР, в первую очередь за счет экстремальной двухмесячной засухи. Тем не менее, за счет именно фертигации состояние данных насаждений было вполне удовлетворительным, т.е. можно говорить о том, что необходимо и в дальнейшем проводить закладки садов с капельным орошением и фертигацией. Однако,

остается много вопросов, связанных с воздействием фертигации на миграцию и содержание элементов питания в почве. В нашем исследовании мы изучали аспекты воздействия фертигации и капельного орошения на содержание легкогидролизуемого азота в корнеобитаемой зоне.

Таблица 2 – Урожайность плодов яблони в интенсивных насаждениях яблони, ц/га

	Имрус/ПБ-9	Лобо/ПБ-9	Спартан/ПБ-9
ООО «Агроном-сад»			
Контроль	60,4	53,2	65,4
Капельное орошение с фертигацией $N_{10}P_{25}K_{10} + N_{10}$ поверхностно	95,9	105,6	95,2
НСР ₀₅	17,6	16,1	11,8
ОАО «Дубовое»			
		Лобо/62-396	Спартан/62-396
Контроль	-	49,3	21,1
Капельное орошение с фертигацией $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{10}$ поверхностно	-	87,2	26,2
НСР ₀₅		15,6	8,6

Содержание азота в почве насаждений яблони в обоих хозяйствах можно на участке без орошения и фертигации охарактеризовать как среднее в верхнем слое почвы, а в более глубоких слоях как низкое (рис.2). При распределении легкогидролизуемого азота в почве отчетлива выражена вертикальная миграция.

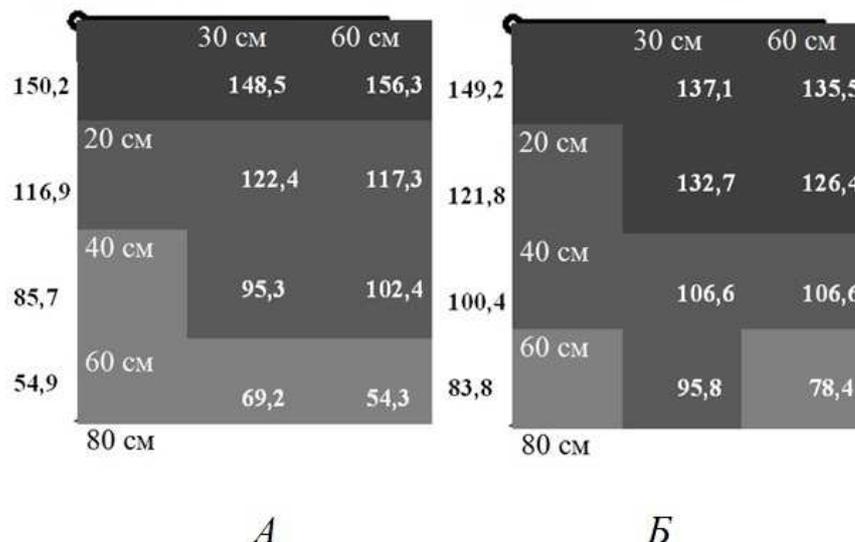


Рис. 2. Содержание легкогидролизуемого азота в контроле без орошения в почве в насаждениях яблони в ООО «Агроном-сад» (А) и в ОАО «Дубовое» (Б).

Содержание легкогидролизуемого азота в почве в насаждениях яблони сорта Имрус/ПБ-9 в ООО «Агроном-сад» в слое 0-20 см непосредственно под капельницей было 152,2 мг/кг, что можно охарактеризовать как среднюю обеспеченность почвы (рис.3). Необходимо отметить, что содержание азота под капельницей было на уровне контроля. Но в дальнейшем, там, где не было фертигации, содержание легкогидролизуемого азота почвы резко снижалось по мере увеличения глубины почвы. При фертигации в слое 21-40 см содержание азота увеличивалось до 202,4 мг/кг, а в слое 41-60 см содержание азота было 169,3 мг/кг, в слое 61-80 см – 109,9 мг/кг. Эти показатели на данных глубинах практически в 2 раза превышают значения в контроле.

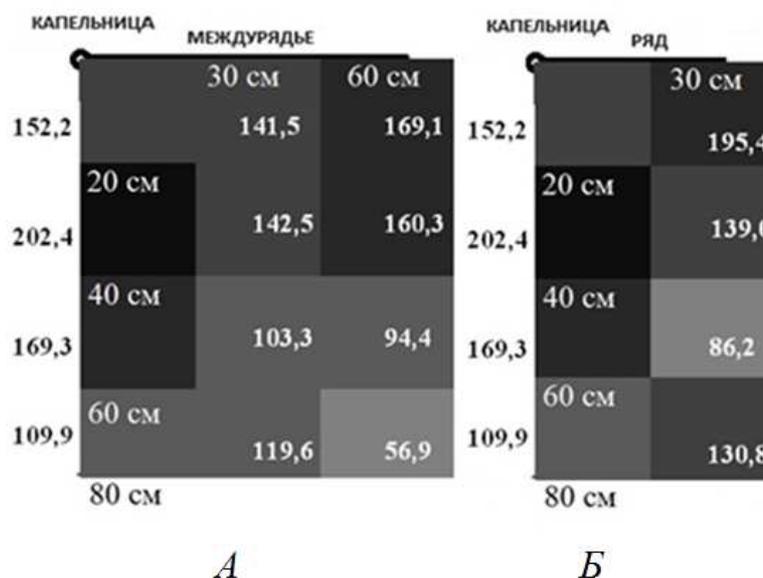


Рис. 3. Содержание легкогидролизуемого азота в междурядье (А) и в ряду (Б) в насаждениях Имрус/ПБ-9 в ООО «Агроном-сад».

При фертигации содержание азота возрастало как в ряду (до 195,4 мг/кг), так и в междурядье (до 169,1 мг/кг). В более глубоких слоях почвы содержание азота было ниже, чем непосредственно под капельницей за исключением слоя 61-80 см. Здесь содержание азота снижалось только на расстоянии 60 см от капельницы. Характеризуя распределение азота, можно отметить некоторую горизонтальную миграцию азота в слое почвы 0-40 см, но вертикальная миграция в более глубокие слои почвы выражена более четко.

Содержание легкогидролизуемого азота в варианте с фертигацией в насаждениях Лобо/ПБ-9 также было значительно выше, чем в контроле (рис. 4). При распределении азота по слоям почвы можно отметить тенденцию к горизонтальной миграции в слое почвы 0-20 см по направлению к центру междурядья. Но в целом на данном участке лучше выражена вертикальная миграция почвы азота по слоям.

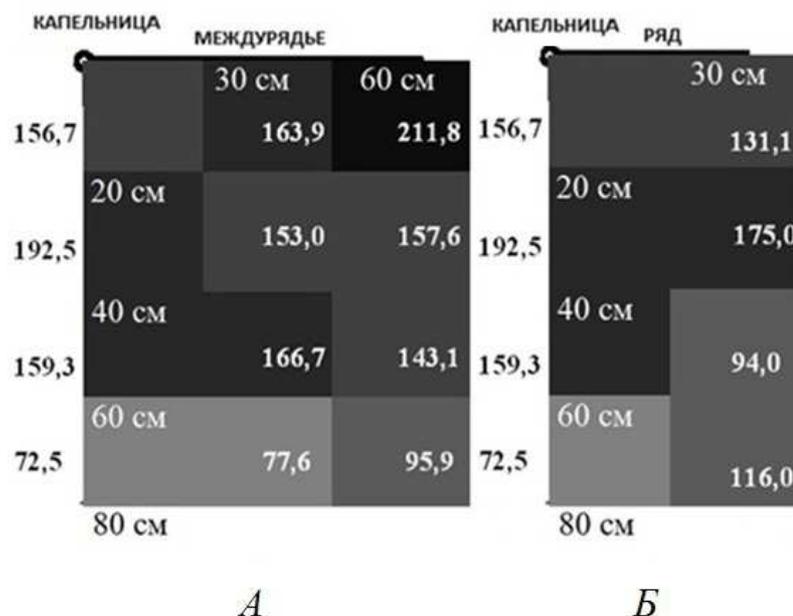


Рис. 4. Содержание легкогидролизуемого азота в междурядье (А) и в ряду (Б) в насаждениях Лобо/ПБ-9 в ООО «Агроном-сад»

Соединения азота обладают очень высокой мобильностью в почве, что вызывает зачастую проблемы с его накоплением и оптимальным содержанием в корнеобитаемом слое почвы. В значительной степени подвижность минерального азота в почве регулируется силами электростатического взаимодействия с частицами почвы. Но поскольку ионы могут находиться только в растворе, то направление тока воды может определяться различным физическим состоянием разных слоев почвы, в частности разной уплотненностью. На приведенных выше рисунках хорошо видно, что в основном азот мигрирует вниз, что приводит к его вымыванию из почвы, но заметна и некоторая горизонтальная миграция.

В насаждениях деревьев Спартан/ПБ-9 достаточно отчетливо выражена горизонтальная миграция азота непосредственно под капельницей (рис. 5). Вместе с тем следует отметить слой почвы 21-40 см в ряду, в котором мы наблюдали достаточно высокое содержание легкогидролизуемого азота. Подобное распределение легкогидролизуемого азота по слоям почвы можно объяснить как вертикальной миграцией, так и особенностями

структуры почвы, ее водопроницаемостью и активностью микроорганизмов [9].

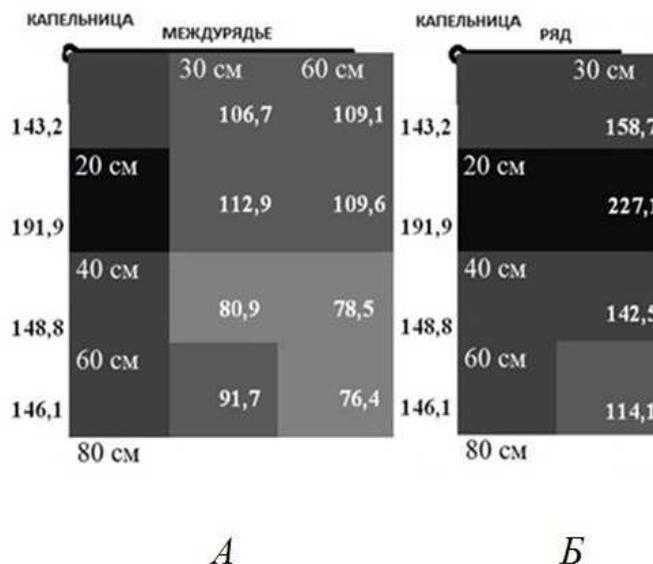


Рис. 5. Содержание легкогидролизуемого азота в междурядье (А) и в ряду (Б) в насаждениях Спартан/ПБ-9 в ООО «Агроном-сад»

Важнейшей особенностью распределения легкогидролизуемого азота в почве на всех рассмотренных участках является то, что содержание этого важнейшего элемента питания было значительно выше, чем в контроле в слое почвы 21-80 см. Т.е. растения яблони равномерно обеспечены азотом по всей глубине корнеобитаемого слоя.

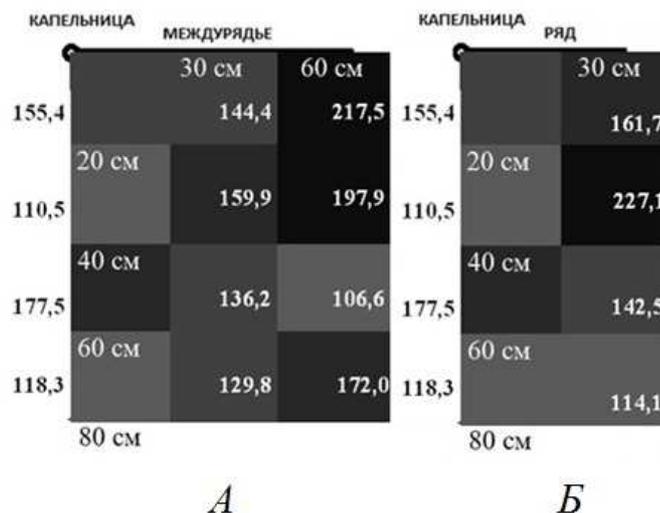


Рис. 6. Содержание легкогидролизуемого азота в междурядье (А) и в ряду (Б) в насаждениях Лобо/62-396 в ОАО «Дубовое»

В ОАО «Дубовое» в насаждениях сорта Лобо/62-396, распределение легкогидролизуемого азота в почве носило несколько иной характер (рис.6). Здесь также видна вертикальная миграция азота, особенно непосредственно под капельницей. Причем здесь процессы вымывания азота выражены несколько больше, чем в ООО «Агроном-сад» – самое высокое содержание азота в почве было в слое 41-60 см. Более интенсивная миграция азота связана с определённой степенью луговатости почвы в ОАО «Дубовое», которая диагностировалась наличием новообразований, свойственных для полугидроморфных почв, карбонатных конкреций в форме «журавчиков», то есть твёрдых окаменелых скоплений карбонатов, имеющих внутри пустоты. Подобные почвы, в отличие от автоморфных аналогов, в большей степени подвержены вымыванию азота [10]. Также здесь видна своеобразная горизонтальная миграция азота – как в направлении центра междурядья на расстоянии 60 см от капельницы, так и в ряду. Горизонтальную миграцию азота можно объяснить наличием плужной подошвы, которая отмечается в подпахотном горизонте и характеризуется отчётливо выраженной призмовидной структурой и большей плотностью. Тем не менее, как бы не распределялся азот при фертигации его содержание во всем корнеобитаемом слое почвы было выше, чем в контроле.

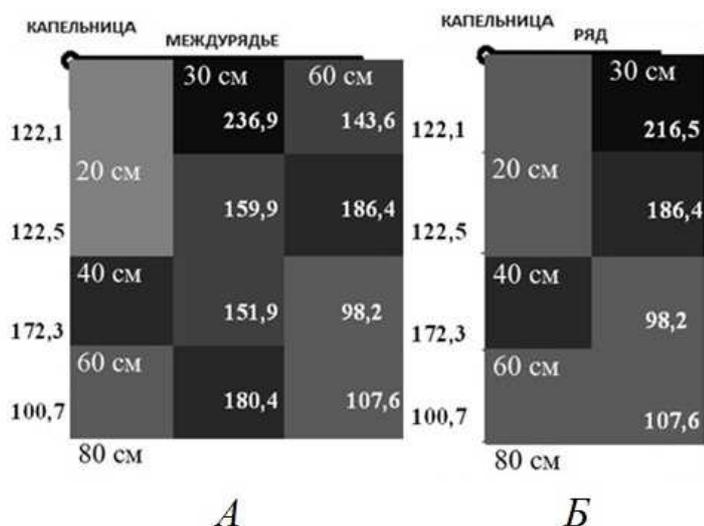


Рис. 7. Содержание легкогидролизуемого азота в междурядье (А) и в ряду (Б) в насаждениях Спартан/62-396 в ОАО «Дубовое»

Такая же особенность распределения легкогидролизуемого азота в почве была и на другом участке в ОАО «Дубовое» (рис. 7). Процессы вымывания хорошо выражены в почве непосредственно под капельницей и увеличением содержания легкогидролизуемого азота в почве на расстоянии 30 см, как в ряду, так и в междурядье.

Выводы

1. Фертигация обеспечивала существенную прибавку урожайности яблони.
2. Фертигация обеспечивала более высокий уровень содержания легкогидролизуемого азота в почве, чем в контроле в целом, и самое главное, более высокое содержание его в слоях почвы 21-80 см.
3. При фертигации не было отмечено значительных изменений в содержании легкогидролизуемого по слоям почвы по горизонтали в насаждениях ООО «Агроном-сад» в Липецкой области, но было отмечено повышение содержания этого элемента на расстоянии 30-60 см, как в ряду, так и в направлении центра междурядья в насаждениях ОАО «Дубовое» Тамбовской области.

Список литературы

1. Балашов, А.А. Продуктивность и архитектура корневой системы яблони в интенсивных садах средней зоны садоводства, автореф. дисс. канд. с.-х. наук / Балашов Александр Александрович. – Мичуринск, 2011. – 24 с.
2. Еремина, О.В. Строение корневой системы черешни в условиях орошаемого сада/О.В. Еремина, Г.Н. Жуков, В.М. Кареник//Научный журнал КубГАУ. – 2012. - № 76(02). – С. 1-13.
3. Лукин, С.В. Агроэкологическая оценка содержания азота в сельскохозяйственных растениях и почвах Белгородской области/С.В. Лукин, Н.С. Четверикова, М.А. Ероховец//Научные ведомости БелГУ; серия Естественные науки. – 2011. – № 21 (116), вып. 17. – С. 95-102.
4. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии/А.В. Петербургский. – Изд. 6, перераб. и доп. – М.: Колос, 1968. –496 с.
5. Сабиров М.К. Капельное орошение в пальметтном яблоневом саду/ М.К. Сабиров, М.Д. Раззаков // Перспективы практического использования капельного орошения в садоводстве и виноградарстве – Сб. науч. тр., 1985. -с. 24-27.
6. Трунов, Ю.В. Применение удобрений в садах / Ю.В. Трунов, А.И. Кузин, О.А. Грезнев // Система производства плодов яблони в интенсивных садах средней по-

- лосы России: рекомендации / под ред. Ю.В. Трунова. – Воронеж: Изд-во «Кварта», 2011. – С. 63-77.
7. Трунов, Ю.В. Состояние и перспективы развития садоводства России/Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев//Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3. – С. 41-48.
 8. Якушева, Л.Н. Влияние повышенных норм удобрений на вынос элементов питания атмосферными осадками из дерново-подзолистой супесчаной почвы в полевом севообороте/Л.Н. Якушева// Роль почвы в управлении продуктивностью агроценозов – Сб. науч. тр. СЗНИИСХ. – Л, 1985. - с. 23-27.
 9. Koumanov, K.S. Fertigation of primocane-fruited raspberry – leaf and soil nutrient content between applications/K.S. Koumanov, I. Tsareva, K. Kolev, G. Kornov//Acta horticulturae. – 2009. – vol. 825. – Pp. 341-348.
 10. McFarlane D. J. Assessment of waterlogged sites/D.J. McFarlane/ Journal of Agriculture, Western Australia. – 1985. – Vol.26, No. 4. – Pp. 119-121.
 11. Neilsen, G.H. Response of soil and irrigated fruit trees to fertigation or broadcast application of nitrogen Phosphorus and Potassium/G.H. Neilsen, D. Neilsen, F. Peryea//Horttechnology. – 1999. – vol.9, No. 3. – pp. 393-401.
 12. Neilsen, G.H., P. Parchomchuk, D. Neilsen, B. Zebarth. Drip irrigation of apple trees affects root distribution and development of K deficiency/ G.H. Neilsen, P. Parchomchuk, D. Neilsen, B. Zebarth / Canadian Journal of Soil Science. – 2000. – Vol. 80, No. 2. – Pp. 353-361.

Reference

1. Balashov, A.A. Produktivnost i arhitektonika kornevoj sistemy jabloni v intensivnykh sadakh srednej zony sadovodstva, avtoref. diss. kand. s.-kh. nauk / Balashov Aleksandr Aleksandrovich. – Michurinsk, 2011. – 24 s.
2. Eremina, O.V. Stroenie kornevoj sistemy cheresni v uslovijakh oroshaemogo sada/O.V. Eremina, G.N. Zhukov, V.M. Karenik//Nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2012. - № 76(02). – S. 1-13.
3. Lukin, S.V. Agrojekologicheskaja ocenka sodержaniya azota v selskohozjajstvennykh rastenijakh i pochvakh Belgorodskoj oblasti/S.V. Lukin, N.S. Chetverikova, M.A. Erohovec//Nauchnye vedomosti BelGU; serija Estestvennye nauki. – 2011. – № 21 (116), vyp. 17. – S. 95-102.
4. Peterburgskij, A.V. Praktikum po agronomicheskoj khimii/A.V. Peterburgskij. – Izd. 6, pererab. i dop. – M.: Kolos, 1968. –496 s.
5. Sabirov M.K.; Razzakov M.D. Kapelnoe oroshenie v palmettnom jablonevom sadu/ M.K. Sabirov, M.D. Razzakov // Perspektivy prakticheskogo ispolzovanija kapelnogo oroshenija v sadovodstve i vinogradarstve – Sb. nauch. tr., 1985. -s. 24-27.
6. Trunov, J.V. Primenenie udobrenij v sadakh / J.V. Trunov, A.I. Kuzin, O.A. Greznev // Sistema proizvodstva plodov jabloni v intensivnykh sadakh srednej polosy Rossii: rekomendacii / pod red. J.V. Trunova. – Voronezh: Izd-vo «Kvarta», 2011. – S. 63-77.
7. Trunov, J.V. Sostojanie i perspektivy razvitija sadovodstva Rossii/J.V. Trunov, A.V. Solovjev//Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 3. – S. 41-48.
8. Jakusheva, L.N. Vlijanie povyshennykh norm udobrenij na vynos jelementov pitaniya atmosfernymi osadkami iz dernovo-podzolistoj supeschanoj pochvy v polevom sevooborote/L.N. Jakusheva// Rol pochvy v upravlenii produktivnostju agrocenozov – Sb. nauch. tr SZNIISH. – L, 1985. - s. 23-27.

9. Koumanov, K.S. Fertigation of primocane-fruiting raspberry – leaf and soil nutrient content between applications/K.S. Koumanov, I. Tsareva, K. Kolev, G. Kornov//Acta horticulturae. – 2009. – vol. 825. – Pp. 341-348.
10. McFarlane D. J. Assessment of waterlogged sites/D.J. McFarlane/ Journal of Agriculture, Western Australia. – 1985. – Vol.26, No. 4. – Pp. 119-121.
11. Neilsen, G.H. Response of soil and irrigated fruit trees to fertigation or broadcast application of nitrogen Phosphorus and Potassium/G.H. Neilsen, D. Neilsen, F. Peryea//Horttechnology. – 1999. – vol.9, No. 3. – pp. 393-401.
12. Neilsen, G.H., P. Parchomchuk, D. Neilsen, B. Zebarth. Drip irrigation of apple trees affects root distribution and development of K deficiency/ G.H. Neilsen, P. Parchomchuk, D. Neilsen, B. Zebarth / Canadian Journal of Soil Science. – 2000. – Vol. 80, No. 2. – Pp. 353-361.