

**Министерство образования и науки Грузии
Грузинский государственный сельскохозяйственный университет**

на правах рукописи

Ломинадзе Шота

**О с н о в ы о п т и м и з а ц и и а з о т н о г о
п и т а н и я ц и т р у с о в ы х**

Специальность: 06.01.04. агрохимия

А в т о р е ф е р а т

диссертации, представленной на соискание ученой степени доктора
сельскохозяйственных наук

Тбилиси
2006

Работа выполнена в НИИ чая, субтропических культур и чайной промышленности

Научный консультант: **Цанава Валерьян**, действительный член
Академии сельскохозяйственных наук Грузии,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Эксперт:

Официальные оппоненты:

Защита диссертации состоится..... 2006г.....
на заседании диссертационного совета Ад 0601 №.....Грузинского государственного сельскохозяйственного университета

Адрес: 0131, Тбилиси 31 , Дигоми, Аллея Давида Агмашенебели, 13-тый км.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Грузинского государственного сельскохозяйственного университета
Автореферат разослан2006г.

Ученый секретарь диссертационного
совета, кандидат сx наук, доцент:

М. Иакобашвили

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. Цитрусоводство одна из ведущих отраслей субтропического сельского хозяйства Грузии. Плоды citrusовых со своим приятным вкусом, ароматом и диетическими свойствами всегда привлекали внимание человека. В них в большом количестве содержатся углеводы, органические кислоты и минеральные соли, пектиновые вещества и витамины. Этим объясняется широкое распространение citrusовых в тех странах , где климатические и почвенные условия позволяют их возделывание.

Рост производства citrusовых в Грузии во многом зависит от совершенствования технологии их возделывания, основным звеном которой является система питания растений.

На рост и развитие citrusовых, уровень их продуктивности погубное влияние оказало непроведение агротехнических мероприятий и игнорирование системы удобрения. Урожайность citrusовых с 436,9 тыс.т. (1988г.) к 1998 году составила всего 40 тыс. т., а в последние годы колеблется в пределах 35-60 тыс. т. осуществление всего технического по цикла возделывание citrusовых и оно колеблется в пределах 35-60 тыс. тон, тогда ,как соблюдение техническии возделывание и экономически важнейшей составной части- растительной системы удобрения может визват решающие влияние на продуктивности citrusовых и к 2010 году она вполне может достичь 160-200тыс.т.

Научные исследования по разработке рациональной системы питание citrusовых проводили П.Гигинеишвили (1945), М. Гочолашвили (1949), М.Габисония (1966), И. Маршания (1970), И.Гамкрелидзе (1971), М.Бзиава (1973), О.Качарова (1974), Ц. Глonti (1974), Н.Цанава (1980), Т.Чачибая (1983), У.Бжалава (1983), З. Микеладзе (1985), Ш. Ломинадзе и В. Цанава (1994), Р. Джабнидзе (1999), Дж.Цоцонава (2002) и др.

Анализ результатов исследований перечисленных научных работников подтверждает различное реогирование цитрусовых на азотные удобрения, однако в практических рекомендациях оно пока не нашло соответствующего отражения.

Цель и задачи исследований. Целью исследований являлась разработка основ оптимизации азотного питания цитрусовых (мандарин, апельсин, лимон) в условиях многолетних полевых опытов в субтропической зоне Западной Грузии. Для изучения отдельных вопросов были использованы микрополевые и вегетационные опыты с применением стабильного изотопа азота ^{15}N .

В основные задачи исследований входило изучение следующих вопросов:

1. Влияние форм, норм азотных удобрений и ингибиторов нитрификации на усвоение и превращение азота растениями цитрусовых (мандарин, апельсин, лимон).

2. Влияние модифицированных карбамидом цеолитов на усвоение и превращение азотсодержащих веществ в цитрусовых (апельсин, лимон).

3. Влияние форм и норм азотных удобрений, соотношения азот-фосфор-калий и дробного внесения форм азотных удобрений на биологическую продуктивность мандарина, апельсина и лимона.

4. Вынос азота надземной частью и корневой системой растений, установление баланса азота в системе "почва-растение" при применении форм и норм меченых ^{15}N на азотных удобрениях.

5. Влияние форм и норм азотных удобрений, соотношения и азот-фосфор-калий на качественные показатели плодов цитрусовых, на содержание NO_3 в листьях и плодах, на агрохимические показатели почв (красноземы, желтоземы).

6. Вопросы эффективности применения в садах апельсина вашингтон-навель полученных на базе торфа различных форм испанских (фирма Инагроса) препаратов.

Научная новизна работы. Впервые в условиях красноземных и желтоземных почв Западной Грузии в многолетних полевых опытах изучено влияние форм, норм и дробного внесения азотных удобрений на биологическую продуктивность отдельных видов (мандарин, апельсин, лимон) и сортов цитрусовых.

В целях диагностики азотного питания были использованы уравнения парной регрессии, с помощью которых была установлена связь между урожаем и элементами питания. С использованием стабильного изотопа азота ^{15}N установлено превращение и баланс азота удобрения в системе "почва-растение" и влияние на эти процессы форм, норм и способов внесения азотных удобрений.

Практическая значимость работы. Многолетние полевые опыты в условиях красноземов и желтоземов дают возможность определить оптимальные нормы азотных удобрений для отдельных видов и сортов цитрусовых, чем обеспечивается повышение уровня плодородия почвы, получение экологически чистой продукции и сохранение в природе экологического равновесия. Результаты проведенных исследований нашли свое отражение в "Рекомендациях по применению удобрений в насаждениях цитрусовых, тунга и лавра благородного." М., "Агропромиздат", 1986 и на стендах ВДНХ, М., 1987.

Внедрение результатов исследований. Выявленные в стационарных опытах лучшие варианты внедрены в садах Натанебского экспериментального хозяйства по цитрусовым НИИ чая, субтропических культур и чайной промышленности (НИИЧСК и ЧП), в фермерских (крестьянских) хозяйствах.

Апробация работы. Материалы диссертации в виде научного отчета были заслушаны на заседании ученого совета НИИЧСК и ЧП в 1987 и 2004 гг; на научной конференции молодых ученых и аспирантов (Озургети, Анасеули, 1987), на конференциях молодых ученых Батумского государственного сельскохозяйственного института Грузинского аграрного университета (2000, 2001, 2003); на всесоюзном координационном совещании (г. Мелитополь, 1987), на первой республиканской научно-практической конференций "Современный научно-технический прогресс и природно-экологическое состояние Грузии" (Цхалтубо, 1989), на республиканской научно-методической

конференции молодых учёных и специалистов "Наука селу" (Тбилиси, 1992), на республиканской научной конференции "Актуальные проблемы агроэкологии" (Тбилиси, 1998), на международной научно-практической конференции "Аграрные проблемы субтропической зоны" (Кутаиси, 2005).

Публикации. По результатам диссертационной темы опубликовано 28 научных работ, 5 тезисов докладов.

Структура и объём работы. Диссертация представлена на напечатанных на компьютере 324 страницах и приложениях 42 на страницах, состоит из введения, 10 глав и 27 подглав, выводов, заключений, рекомендаций производству, списка использованной литературы 413 наименований, из них 36 на грузинском и 377 на иностранных языках (на английском 90 и русском 287 наименований). Работа иллюстрирована 84 таблицами и 16 диаграммами. Приложения содержат 35 таблиц и 2 диаграммы.

Объекты методика исследования. Исследования проводились в 1980-1998 гг. на стационарных базах НИИ чая, субтропических культур и чайной промышленности на растениях различного возраста апельсина вашингтон-навель, мандарина уншиу и лимона мейер в условиях красноземных и желтоземных почв. Схемы полевых опытов предусматривали изучение влияния форм, норм и способов внесения азотных удобрений на продуктивность растений, качество плодов и плодородие почв. Полученные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б. Доспехову (1985) и Ф. Юдину (1980), расчеты проводились с использованием компьютерной программы Excel. Схемы как полевых, так и вегетационных опытов даны в приведенных автореферате таблицах.

Почвы. Красноземные почвы развиваются на красноцветном мощной (до 10-12 см) коре выветривания. Почва характеризуется тяжелым механическим составом, имеет агрохимически полноценную структуру и хорошие водно-физические свойства. Коэффициент оструктуренности достигает 90-95%, общая порозность почвы колеблется в пределах 70-75%, не насыщена основаниями и бедна щелочами, однако богата гидроксидами Fe и Al. Реакция почвы кислая или слабокислая.

Желтоземы представляют собой переходную стадию развития красноземообразования. По сравнению с красноземами в меньшей степени содержат полуторные окислы алюминия и железа. Почвы тяжелые, со слабовыраженной микроагрегатностью и слабой структурой. По сравнению с красноземами они характеризуются менее благоприятными физическими свойствами.

Агрохимические показатели отмеченных почв до постановки опыта приведены в таблице 1.

Климат. На климат субтропической зоны западной Грузии влияют теплые массы воздуха Черного моря и горные массивы Кавказа, защищающие от северных холодных течений воздуха. За время ведения опыта температура самого холодного месяца отмечена 5,3-7,3°C, средняя температура самого теплого месяца 19,3-22,5°C. В годы ведения опытов средняя температура менялась в пределах 13,1-14,1°C, что на 1°C меньше многолетних данных. В период ведения опытов среднее количество осадков на 35 мм меньше многолетних средних показателей. Относительная влажность воздуха в среднем составляла 80%.

Полевые опыты. Опыт с апельсином вашингтон-навель заложен в 1976 г кандидатом с/х наук Н. Цанава двухлетними саженцами с сохранением вариантов опыта, поставленного в 1952 году кандидатом с/х наук М. Габисония, опытные растения которого погибли в результате зимних морозов 1971-1972 гг. Повторность опыта шестикратная, в каждом варианте по 24 учетных растений. Площадь питания растений 2,2 x 3,0 м. Удобрения вносились по агроправилам, известкование по одной обменной кислотности проводилось в 1979-1982 гг. P₂O₅ 300 K₂O 200 г/дер. вносили в два года раз, навоз 20 кг/дер. — в 1974, 1980, 1986, 1990 гг. Одинарная норма азотных удобрений составляла 150 г/дер.

Опыт с мандарином уншиу был поставлен в 1978 году на желтоземных почвах двухлетними саженцами. Повторность опыта пятикратная, в каждом варианте 20 учетных растений. В 1979 году минеральные удобрения были внесены по нормам $N_{150} P_2O_5_{60} K_2O_{60}$, с 1980 года $N_{250} P_2O_5_{250} K_2O_{150}$ г/дер. Торф в норме 30кг/дер., навоз 20 кг/дер. были внесены в 1980, 1981 и 1985гг.

Опыт с двухлетними растениями лимона мейер поставлен в 1979г. на желтозмой почве, где изучалось: а) потребность в элементах питания; б) влияние норм карбамида и соотношения N:P:K на продуктивность лимона; в) влияние норм, форм и способов внесения азотных удобрений на продуктивность лимона. Площадь питания растений 1,5x2,2м, повторность пятикратная. В каждом варианте 20 учетных растений. В 1979-1981гг удобрения вносились в норме $N_{40} P_2O_5_{150} K_2O_{100}$ г/дер. С 1985 норма азота составляла 150г/дер. В 1980, 1981, 1985гг внесился навоз 15кг/дер., известь по одной обменной кислотности внесена в 1980г. В 1980-1981гг по всей площади внесен торф.

Опыт с апельсином вашингтон-навель с использованием препаратов производства испанской фирмы "Инагресса" (аминол-форте, гумифорте N-6, куалато форте, кадостим, фоснутрен) был поставлен в 1988г на многолетнем полевом опыте в условиях красноземных почв. 1%-ые растворы препаратов вносились в виде внекорневой подкормки. Каждая форма препаратов вносились опрыскиванием по 3 растения в течение 2-х лет. Всего в опыт были включены 15 учетных и 3 контрольных растений.

Ежегодно на опытных участках провадился учет урожая. Для биохимического анализа брались средние образцы по вариантам. Определяли витамин С по Муру, сахара по Бертрану, титруемую кислотность, изучали механический состав плодов, содержание в плодах NO_3 ион-селективным методом, общий азот по Къельдалю, содержание в кожуре эфирных масел по Гинзбургу, в листьях в одной вытяжке определяли азот, фосфор, калий, кальций, магний и марганец по Гинзбург-Шегловой и Вульфиусу (1963).

Вегетационный опыты. По формам азотных удобрений с меченым ^{15}N в различных группах аммиачной селитры и ингибиторами нитрификации был поставлен с лимонными и апельсиновыми растениями. Эмкость вегетационных сосудов 12кг, почва красноземная, удобрения во всех опытах вносились в следующих нормах: P_2O_5 -0,2г/кг, K_2O -0,2 г/кг, CaO -2,18 г/кг и N - 0,416 г/кг почвы. Указанная норма азота была поделена на две части и вносились ежегодно. Ингибитор N-serve (нитрапирин) в количестве 1,5% от нормы азота был внесен в первом году, АТС (4-амино-1,2,4-тирозол) в той же норме во втором году ведения опыта.

Вегетационный опыт о влиянии карбамида на рост-развитие растений мандарина был поставлен в 1989г на красноземной почве в сосудах емкостью 9кг. Удобрения вносились: P_2O_5 -0,1г/кг, K_2O -0,1 г/кг и N - 0,1 г/кг, ингибиторы КМП (1-карбамоил-3(5) метилпиразол)-2мг, а ЦГ (циан гуанидин) с 2 до 10 мг на кг почвы. Для изучения процессов нитрификации определялся фракционный состав азота по экспозициям на 7,15, 30, 45 и 60 день. После окончания опыта в отдельных частях растения и в почве определялся общий азот.

Вегетационные опыты по нормам азотных удобрений (карбамид, аммиачная селитра и модифицированный карбамидом цеолит) были поставлены на апельсин и лимон в 1983г, почва красноземная, емкость сосудов 12кг. Удобрения вносились по следующим нормам: P_2O_5 -0,2г/кг, K_2O -0,2 г/кг и N - 0,21 г/кг, модифицированный карбамидом цеолит-0,23г/кг почвы.

Усвоение растениями ^{15}N из почвы для обеих культур изучалось на вариантах дробного внесения карбамида и аммиачной селитры (^{14}N -60%, ^{15}N -40% и ^{15}N -60%, ^{14}N -40%). Листья для анализа брались после внесения первой нормы удобрения на 1, 5, 10, 20 и 30 день, в тех же строках-после внесения второй нормы удобрения. По окончании вегетационного опыта (2 года) в растительной массе (листья, 1-2 и 3-4 летние ветки, корни <1мм, >1мм и осевые) определялся общий азот по Къелдалю-Иоделбауеру.

Минеральные формы азота (NH_4 и NO_3) в почве определяли в 0,5n вытяжке K_2SO_4 перегонкой. После перегонки аммиака восстановление нитратов проводили сплавом Деварда. Остаточный раствор после нейтрализации сжигали и определяли растворимый органический азот а в почве после выщелачивания определяли содержание азота основного органического вещества по Къелдалю.

Вегетационные опыты были поставлены на апельсин Анасеули-1, мандарин уншиу и лимон мейер. Были использованы следующие формы азотных удобрений: $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ с обогащением 15,80 атом%; $\text{Na}^{15}\text{NO}_3$ -15,29 атом%; $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ -8,32 атом%; $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ -11,6 атом%; $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ -16,55 атом%; $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ -21,03 атом%; $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ -16,0 атом%; $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ -21,41 атом%; $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ -14,58 атом% и цеолит модифицированной карбамидом-23,39 атом%.

Изотопный состав азота удобрения определялся спектрально-эмиссионным и масс-спектрометрическими методами на анализаторе азота “Изонитромат-5200” и масс-спектрометре марки МИ-1201.

В целях установления влияния норм и форм азотных удобрений на плодородие красноземных и желтоземных почв в взятых с полевых опытов почвенных образцах определяли агрохимические показатели с применением классических методов (И. Саришвили и др. “Практикум по агрохимии”, 1972; О. Ониани, Г. Маргвелашвили - “Химический анализ почвы”, 1976; А. Петербургский- “Практикум по агрономической химии”, 1963; “Агрохимические методы исследования почв”, 1975)

Расчет экономической эффективности применения минеральных удобрений проводили согласно методических указаний по Г. Бибилейшвили (1972).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почв (до постановки опыта)

Вид опыта	Тип почвы	Глубина почвы, см	Общий гумус, %	Общий азот, %	Формы кислотности, мг экв./100г почвы			рН		Сумма поглощенных оснований мг. экв. 100г	Подвижные соединения, мг/100г почвы					Вес почвы или площадь питания	
					Обменная	Al^3+	гидролитическая	KCl	H_2O		Гидролитический азот	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO		

Вегетационный опыт с мандарином	Краснозем	0-20	3.8	0.20	2.3	1.75	–	5.5	–	–	18.5	2.3	7.9	–	–	9.0кг
Вегетационные опыты на апельсинах с лимоном	Краснозем	0-20	2.92	0.20	2.50	2.38	6.2	4.0	5.1	4.1	19.9	2.0	7.0	110.2	19.8	12.0кг
		0-15	2.75	0.21			7.9	3.9	–	11.8	13.4	35.	19.		17.9	
Полевой опыт с мандарином	Желтозем	15-30	2.72	0.20	2.0	1.8	7.5	3.8	4.9	10.9	10.6	7	8	65.	9.6	10.0м ²
		0-15	4.69	0.20	2.0	1.7	6	5	2	8.5	9.0			1	14.0	
Полевой опыт с апельсинами	Краснозем	15-30	3.11	0.18	0		7.8	3.8	4.6	7.5	6.9	74.	56.		20.2	
		30-45	1.58	0.10	2.1	1.8	6	9	2			0	0	133		6.63м ²
Полевой опыт с лимоном	Желтозем	30-45	2.58	0.18	0	3.1	6	1	0			27.	49.	0	64.	18.3
		0-15	1.60	0.16	3.5	2	8.5	3.9	5.3			0	0	61.		3.3м ²
Полевой опыт с лимоном	Желтозем	15-30			5.3	6	8.5	3.9	5.3					2		
		0-15			5		4	2	1			33.	16.		77.	
Полевой опыт с лимоном	Желтозем	15-30			1.1	4	9.5	3.5	4.9			0	5	77.		
					2	1.1						18.	21.	0	79.	
					2.4	3					0	7	4			

Обсуждение результатов исследований

Влияние азотных удобрений на урожайность цитрусовых

1. Влияния форм и норм азотных удобрений на урожай апельсина вашингтон-навель, содержание в плодах NO₃ и общего азота и вынос азота урожаем

Данные о влиянии форм и норм азотных удобрений на урожайность апельсина вашингтон-навель в условиях красноземных почв приведены в таблице 2. Данные таблицы показывают, что максимальный урожай получен при применении сульфата аммония и аммиачной селитры в норме 150г/дер., незначительно отстает вариант внесения нормы 75г/дер., которой экономически, а также с точки зрения предотвращения загрязнения среды более выгоден.

Дальнейшее повышение норм азота для обеих форм азотных удобрений приведет к резкому снижению продуктивности растений. Использование метода расчета эквивалентов (%) Дж. Кук, (1970) позволила установить, что по средним за 14 лет данным при использовании сульфата аммония урожай приблизительно 13,1кг/дер., получен при внесении азота N₇₅ г/дер., а аммиачная селитра обеспечивает такой же уровень урожайности при норме N₆₃ г/дер (рис. 1). Такого же уровня урожайность была отмечена в более ранние годы, только норма аммиачной селитры составляла 52-60г/дер.

При внесении форм азотных удобрений в агротехнической норме (150 г/дер.) выявилось явное преимущество щелочных и физиологически менее кислых форм (табл. 3). Прирост урожая по сравнению с фоном на вариантах внесения аммиачной селитры, карбамида и натриевой селитры составил 28, 31, 32% соответственно.

Данные таблиц 2 и 3 показывают, что влияние норм и форм азотных удобрений на содержание общего азота и NO₃ в отдельных частях плодов апельсина резко не проявляются.

Таблица 2

Влияние норм азотных удобрений на урожай апельсина вашингтон-навель, содержание в плодах NO₃, общего азота и вынос азота урожаем

Нормы азота на фоне PKCaMg г/дер.	Средний урожай за 14 лет		Прибавка по сравнению с фоном		Содержание NO ₃ в плодах		Содержание общего азота в плодах, %		вынос азота урожаем, кг/дер	азот, вынесенный одной тоной урожая, кг.
	кг/дер.	%	кг/дер.	от 1 кг азота, кг	мг/100г	мг/кг	мякоть	кожура		
PKCaMg-фон	11.4	100			0.71	7.1	0.64	0.62	0.072	6.3
фон+(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	13.1	115	1.7	22.6	0.56	5.6	0.80	0.62	0.095	7.2
150	13.7	120	2.3	15.3	0.44	4.4	0.66	0.73	0.093	6.8
300	10.1	88	-1.3		0.43	4.3	0.72	0.55	0.067	6.6
450	8.6	75	-2.8		0.55	5.5	0.91	0.82	0.075	8.7
фон+NH ₄ NO ₃ 75	13.4	117	2.0	26.6	0.91	9.1	0.72	0.65	0.093	6.9
150	13.5	118	2.1	14.0	0.60	6.0	0.96	0.55	0.113	8.4
300	12.5	109	1.1	3.7	0.42	4.2	0.94	0.76	0.116	9.3
450	12.8	112	1.4	3.1	0.32	3.8	0.62	0.72	0.084	6.6

Sx, %- 8.07

НСР₀₅ кг/дер. - 2.70

V%-17.19

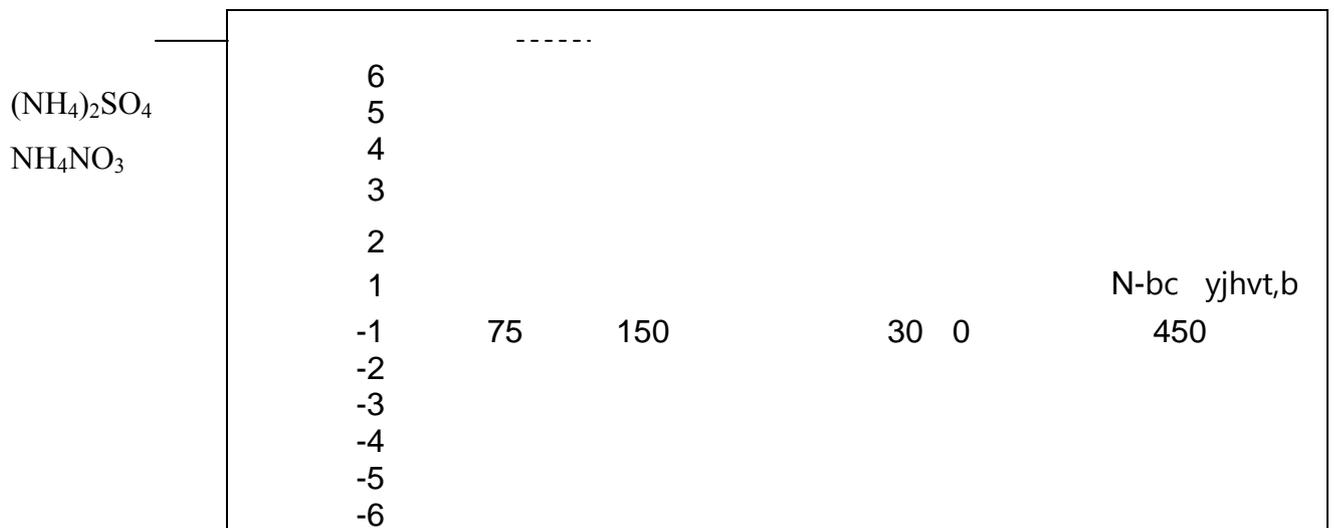
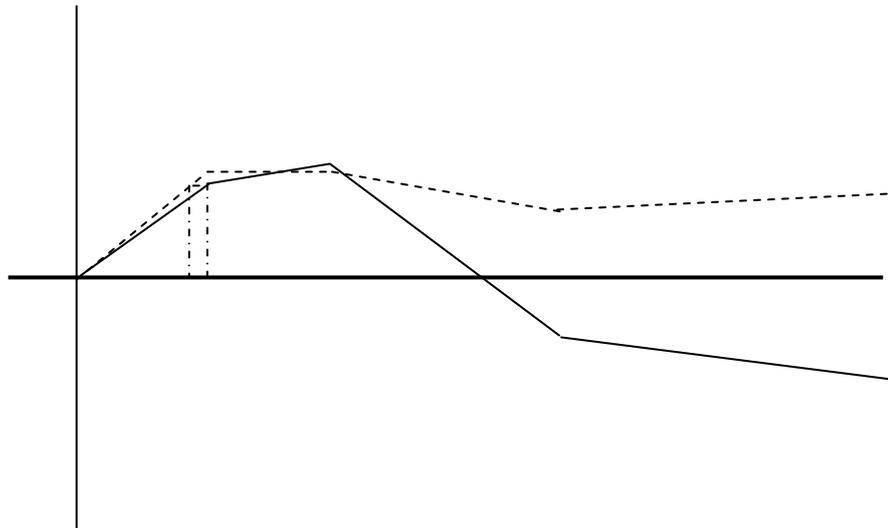


Рис. 1. Влияние уровня обеспеченности азотом на продуктивность апельсина вашингтон-навель. 1980-1993гг.

Таблица 3

Влияние форм азотных удобрений на урожай апельсина вашингтон-навель, содержание в плодах NO_3 , общего азота и вынос азота урожаем

Формы азота на фоне РКСаMg	Средний урожай за 14 лет		Прибавка по сравнению с фоном		Содержание NO_3 в плодах		Содержание общего азота в плодах, %		Вынос азота урожаем, кг/дер	Вынос азота одной тонной урожая, кг
	кг/дер	%	кг/дер	от 1 кг азота, кг	мг/100г	мг/кг	мякоть	кожура		
Без удобрения	10.4	82	-	-	0.69	6.9	0.83	0.69	0.081	7.7
РКСаMg-фон	12.7	100	-	-	0.56	5.6	0.89	0.79	0.109	8.6
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	13.2	104	0.5	3.3	0.63	6.3	0.94	0.73	0.113	8.6
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 60\% + \text{NH}_4\text{NO}_3 40\%$	14.2	112	1.5	10.0	0.40	4.0	1.18	0.95	0.156	10.9
NH_4NO_3	16.3	128	3.6	24.0	0.69	6.9	0.98	0.67	0.142	8.7
$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	16.6	131	3.9	26.0	0.65	6.5	0.95	0.68	0.142	8.5
NaNO_3	16.8	132	4.1	27.0	0.63	6.3	0.83	0.62	0.127	7.5

Sx, %-7,77

Одинарная норма питательных элементов $\text{N}_{150} \text{P}_{20} \text{O}_{150} \text{K}_{20}$

НСР₀₅ кг/дер - 3.11

V%-17.67

Между нормами отмечается небольшая разница по содержанию общего азота - 0,1-0,3%, а по формам удобрений разница в содержании общего азота колеблется в пределах 0,80-0,98% (мякоть) и 0,62-0,67% (кожура).

Содержание в плодах нитратов в зависимости от норм и форм азота резко не меняется и в среднем составляет 3,8-9,1мг/кг. Урожай, полученный при внесении вышеотмеченных норм и форм следует считать экологически чистым, так как содержание в плодах NO_3 значительно меньше предельно допустимой нормы (50мг/кг).

Относительно выноса азота урожаем следует отметить, что при внесении норм и форм азотных удобрений этот показатель меняется в зависимости от полученного урожая и для одной тонны урожая с одного гектара составляет 6,8-10,9кг. Разница в этом отношении отмечается между формами азотных удобрений.

2 Влияние норм и форм азотных удобрений на качественные показатели плодов апельсина вашингтон-навель

Влияние азотных удобрений на качественные показатели плодов апельсина вашингтон-навель за 14 лет ведения опытов изучалось 4 раза, результаты приведены в таб. 4. Выявилось, что с увеличением норм сульфата аммония и аммиачной селитры масса плодов снижается на 2-10г. Соотношение в плодах мякоти и кожуры при внесении суль-

Таблица 4

Влияние форм и норм азотных удобрений на урожай и качественные показатели плодов апельсина вашингтон-навель. Среднее за 4 года.

Нормы азотных удобрений на фоне РКСаMg, г/дер.	Вес одного плода, г	Мякоть, %	Кожура, %	Выход сока из мякоти, %	Титруемая кислотность в перече́те на лимонную кислоту, г/100 мл сока	Витамин С, мг/%	Моносахара, г/100мл сока	Сумма сахаров, г/100мл сока	Содержание эфирных масел в перече́те на массу кожуры, мг/%
РКСаMg-фон	158.4	66.0	34.0	73.5	1.49	71.2	4.13	8.04	0.31
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	175.8	66.9	33.1	76.4	1.39	66.1	4.16	9.16	0.30
150	173.3	66.3	33.7	73.6	1.39	65.9	4.09	10.89	0.36
300	171.8	67.8	32.2	71.6	1.27	63.9	4.45	8.80	0.44
450	160.6	69.0	31.0	68.9	1.42	63.7	4.40	8.24	0.38
NH ₄ NO ₃ 75	178.5	67.3	32.7	72.1	1.48	74.2	3.66	8.66	0.37
150	168.9	69.3	30.7	71.3	1.29	65.8	3.78	8.53	0.42
300	168.7	65.9	35.1	74.3	1.28	64.5	3.66	8.58	0.41
450	167.8	66.4	33.6	75.8	1.38	78.2	4.46	8.18	0.38

фата аммонии снижается в зависимости от норм, для аммиачной селитры такая зависимость не отмечена - здесь резко выделяется норма N₁₅₀ г/дер. Выход сока из мякоти при повышении норм сульфата аммония снижается, в случае же аммиачной селитры – повышается.

Содержание в плодах витамина С с повышением норм обеих форм азотных удобрений снижается. Содержание моносахаров в соке повышается в соответствии с повышением норм - 4,2-4,4г/100мл для сульфата аммония и 3,6-4,5 г/100мл для аммиачной селитры.

При внесении остальных форм азотных удобрений плоды наилучшего качества были получены на вариантах внесения физиологически менее кислых удобрений, таких, как карбамид, аммиачная селитра и натриевая селитра.

Содержание эфирных масел в кожуре плодов апельсина с повышением норм обеих форм азотных удобрений повышается и для сульфата аммония составляет 0,3-0,44мг%, для аммиачной селитры - 0,37-0,42мг%.

3. Оптимизация азотного питания лимона

Вопросы оптимизации азотных удобрений в полевых условиях были изучены в заложенном на желтоземных почвах саду лимона мейер. Схема опыта позволяла изучить потребность лимона в питательных элементах, установить оптимальную норму карбамида и соотношение N:P:K, а также эффективность форм азотных удобрений и способов их применения. Средние за 8 лет данные по урожайности растений приведены в таблицах 5,6,7.

Данные таблицы 5 показывают, что урожайность лимона при внесении азота и фосфора по сравнению с фоном повышается на 60%, а при внесении азота и калия на 75%. Внесение всех питательных элементов (NPK) повышает продуктивность на 73%. При совместном внесении минеральных и органических удобрений дальнейшее повышение урожайности не отмечается.

Таблица 5
Влияние питательных элементов на урожайность лимона мейер, содержание в плодах NO₃, общего азота и вынос азота урожаем

	Средний урожай за 8 лет	Прибавка по сравнению с фоном	Содержание NO ₃ , мг/100г	Содержание общего азота в плодах, %	Вынос азота урожаем	Вынос азота одной
						одной

Схема опыта	кг/дер.	%	кг/дер.	одным килограммом азота, кг	мякоть,	сок	мякоть	кожура		
Без удобрения	3.2	97	-	-	1.55	1.52	1.01	0.55	0.027	8.40
Р К	3.3	100	-	-	0.83	0.79	1.00	0.50	0.028	8.48
N P [N- (NH ₂) ₂ CO]	5.3	160	2.0	13.3	1.35	1.35	1.33	0.93	0.067	12.64
N K [N- (NH ₂) ₂ CO]	5.8	175	2.5	16.6	0.91	0.89	1.55	0.86	0.080	13.80
N PK [N- (NH ₂) ₂ CO]	5.7	173	2.4	16.0	1.00	1.00	1.48	0.92	0.077	13.51
NPK [N- (NH ₂) ₂ CO]+ навоз	5.0	151	1.7	11.3	1.02	1.02	1.57	1.00	0.071	14.20

Sx, % -10.00 Одинарная норма питательных элементов N₁₅₀ P_{2O₅ 150} K_{2O 100}
HCP₀₅ кг/дер.- 1.34
V%-16.95

Данные по влиянию норм карбамида на продуктивность лимона мейер показывают (таб. 6), что при внесении агротехнической нормы азота урожай повышается на 73%. Удвоение нормы не вызвало дальнейшего роста продуктивности, что обусловлено нарушением соотношения между питательными элементами. При удвоении норм фосфорных удобрений урожай повышается на 80%. Особенно выделяется эффективность навоза, которая на варианте одинарной нормы NPK составляет 51% по сравнению с фоном, а на фоне двойной нормы NPK достигает 130%.

Изучение эффективности одновременного и дробного внесения карбамида и аммиачной селитры показало (табл. 7), что в насаждениях лимона наилучший результат

Таблица 6
Влияние норм карбамида и N:P:K на урожай лимона мейер, содержание в плодах NO₃, общего азота и вынос азота урожаем

Схема опыта	Средний урожай за 8 лет		Прибавка по сравнению с фоном		Содержание NO ₃ , мг/100г		Содержание общего азота в плодах, %		Вынос азота урожаем, кг/дер.	Вынос азота одной тонной урожая, кг
	кг/дер.	%	кг/дер.	одным килограммом азота, кг	мякоть,	сок	мякоть	кожура		
Без удобрения	3.2	97	-	-	1.55	1.52	1.01	0.54	0.027	8.40
Р ₁ К ₁	3.3	100	-	-	0.83	0.79	1.00	0.50	0.028	8.48
N ₁ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO	5.7	173	2.4	16.0	1.00	1.00	1.48	0.92	0.077	13.51
N ₂ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO	5.6	170	2.3	7.6	1.18	1.18	1.41	0.79	0.070	12.50
N ₁ P ₂ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO	5.9	180	2.6	17.3	1.41	1.44	1.49	0.90	0.076	13.10
N ₁ P ₁ K ₁ - (NH ₂) ₂ CO+ навоз	5.0	151	1.7	11.3	1.02	1.02	1.57	1.00	0.071	14.20
N ₂ P ₂ K ₂ - (NH ₂) ₂ CO+ навоз	7.6	230	4.3	7.2	1.20	1.20	1.38	0.70	0.087	11.45

Sx, % - 9.98 Одинарная норма питательных элементов N₁₅₀ P_{2O₅ 150} K_{2O 100}
HCP₀₅ кг/дер -1.35
V%- 17.00

Таблица 7
Влияние норм, форм и способов внесения азотных удобрений на урожай лимона мейер, содержание в плодах NO₃, общего азота и вынос азота урожаем

Схема опыта	Средний урожай за 8 лет		Прибавка по сравнению с фоном		Содержание NO ₃ , мг/100г		Содержание общего азота в плодах, %		Вынос азота урожаем, кг/дер.	Вынос азота одной тонной урожая, кг
	кг/дер.	%	кг/дер.	одным килограммом азота, кг	мякоть,	сок	мякоть	кожура		
P ₁ K ₁	3.3	100	-	-	0.89	0.79	1.00	0.05	0.028	8.48
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	5.7	173	2.4	16.0	1.00	1.00	1.48	0.92	0.077	13.5
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	5.3	160	2.0	13.3	1.12	1.07	1.38	0.84	0.059	11.1
N ₂ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	5.6	170	2.3	7.6	1.18	1.18	1.41	0.79	0.070	12.5
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	5.0	151	1.7	5.6	1.26	1.29	1.51	1.03	0.068	13.6
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^x	7.5	227	4.2	28.0	1.23	1.23	1.51	0.86	0.099	13.2
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^{xx}	5.5	166	2.2	14.6	1.11	1.12	1.46	0.82	0.067	12.2

Sx, %-10.25

x Единвременное внесение

HCP₀₅ кг/дер - 1.32

xx Дробное внесение

V%- 17.08

Одинарная норма питательных элементов N₁₅₀ P₂O₅ 150 K₂O 100

дает аммиачная селитра-прибавка по сравнению с фоном составляет 127%. Внесение карбамида таким же способом дело прибавку урожая на 73%. Обе формы азотного удобрения при дробном внесении менее эффективны-прибавка урожая меньше по сравнению с единовременным внесением.

Изучение влияние азотных удобрений на содержание общего азота и нитратов в плодах лимона (мякоть, кожура) показали (таб. 5,6,7), что с увеличением норм азотных удобрений до 1,51% повышается содержание общего азота в мякоти и до 1,03%-в кожуре. При применении органических удобрений этот показатель повышается до 1,57%.

Примененные азотные удобрения значительного влияния не оказывают на содержание в плодах нитратов-оно достигает 1,44-1,41 мг/100г. Таким образом, содержание нитратов в плодах лимона не представляет опасности для человека, так как оно колеблется в пределах 18-26мг/кг, что существенно меньше предельно допустимой нормы (50мг/кг).

Вынос азота одной тонной урожая при внесении норм и форм азотных удобрений (табл. 5,6,7) в среднем составило 12-14кг. Между формами существенной разницы не отмечается. Изменение норм фосфора и калия незначительно влияет на вынос азота урожаем лимона.

4. Влияние форм и норм азотных удобрений на качественные показатели плодов лимона мейер

Уровень обеспеченности азотом положительно влияет не только на хозяйственную продуктивность лимона, но и на качественные показатели плодов. Увеличивается выход стандартных плодов, масса одного плода варьирует в пределах 80-92г. Существенной разницы между вариантами не отмечено. Что касается процентного содержания кожуры и мякоти плода, оно высоко на вариантах без удобрения и дробного внесения азотных удобрений (табл. 8,9). Из форм наилучшие результаты в этом отношении получены на вариантах внесения карбамида.

Азотные удобрения не оказывают резковыраженного влияния на химические показатели плодов лимона мейер. Содержание витамина С колеблется в пределах 34-44мг/%, а суммы сахаров в пределах 2,3-3,2г/100мл сока. Среди форм азотных удобрений при их внесении по агротехническим нормам (N₁₅₀ P₂O₅ 150 K₂O 100) по этим показателям явно выраженное преимущество имеет аммиачная селитра по сравнению с карбамидом.

Необходимо отменить высокое содержание витамина С на безудобренном варианте и на фоне РК. Максимальное содержание витамина С отмечен на фоне двойной нормы НРК.

Таблица 8

Влияние питательных элементов на качественные показатели плодов лимона мейер (средние многолетние)

Схема опыта	Вес одного плода, г	Мякоть, %	Кожура, %	Выход сока из мякоти, %	Титруемая кислотность в пересчете на лимонную кислоту, г/100мл сока	Витамин С, мг%	Моносахара, г/100мл сока	Сумма сахаров, г/100мл сока
Без удобрения	93,2	69,5	30,5	64,2	5,42	47,7	1,45	2,07
Р К	87,1	70,1	29,9	62,7	4,88	39,4	1,40	2,26
NP [N-(NH ₂) ₂ CO]	87,4	62,1	37,9	71,6	4,32	34,1	1,75	2,73
N K [N-(NH ₂) ₂ CO]	94,0	74,7	25,3	59,9	4,35	38,4	2,00	3,07
NP K [N-(NH ₂) ₂ CO]	87,6	74,9	25,1	69,5	5,41	38,3	1,76	2,79
NP K [N-(NH ₂) ₂ CO]+ навоз	92,4	72,7	27,3	66,9	5,17	36,1	1,77	2,97

Таблица 9

Влияние форм, норм и способов внесения азотных удобрений на качественные показатели плодов лимона мейер (средние многолетние)

Схема опыта	Вес одного плода, г	Мякоть, %	Кожура, %	Выход сока из мякоти, %	Титруемая кислотность в пересчете на лимонную кислоту, г/100мл сока	Витамин С, мг%	Моносахара, г/100мл сока	Сумма сахаров, г/100мл сока
P ₁ K ₁	87,1	70,1	29,9	62,7	4,88	39,4	1,40	2,26
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	87,6	74,9	25,1	69,5	5,41	38,3	1,76	2,79
N ₁ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	80,7	70,3	29,7	66,1	5,05	38,1	1,97	2,95
N ₂ P ₁ K ₁ -(NH ₂) ₂ CO ^x	87,1	72,8	27,2	73,8	4,77	38,4	1,59	2,65
N ₂ P ₂ K ₂ -(NH ₂) ₂ CO ^{xx}	80,7	71,2	28,8	67,8	4,82	43,6	1,72	2,71
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^x	90,5	72,6	27,4	65,3	5,35	41,3	1,99	3,08
N ₁ P ₁ K ₁ -NH ₄ NO ₃ ^{xx}	78,1	62,8	38,2	63,1	5,01	41,5	2,09	3,21

x одновременное внесение xx дробное внесение

5. Эффективность форм и норм азотных удобрений в садах мандарина уншиу

Влияние норм аммиачной селитры и карбамида на урожайность мандарина уншиу изучалось в течении десяти лет. Средние показатели приведены в табл. 10, которые показывают, что внесение карбамида в норме 250г/дер. на 21-23% увеличивает урожай мандарина. Дальнейшее повышение нормы неэффективно. На фоне двойной нормы фосфора-калия резко возрастает эффективность нормы азота и составляет 31%. Прирост урожая мандарина уншиу по сравнению с фоном в пересчете на 1кг азот достигает максимума -18-22кг/дер., при внесении карбамида и аммиачной селитры в норме 250г/дер. При двойной норме азота (500г/дер.) этот показатель снижается, что обусловлено нарушением соотношения между N:P:K.

Содержание в мякоти и кожуре общего азота манияется в пределах соответственно 0,95-1,31% и 0,61-0,79%. Значительная разница между отдельными вариантами не отмечена. Вынос азота урожаем мандарина уншиу по вариантам существенно не отличается, если не принять во внимание вариант P₂O₅ 250 K₂O 150 N₅₀₀, где одной тонной

урожая выносятся 10-12 кг азота. В общем, вынос азота одной тонной урожая мандарина колеблется в пределах 8-12кг.

Данные о влиянии азотных удобрений на качественные показатели мандарина уншиу показывают, что при применении одинарной нормы карбамида и аммиачной селитры средняя масса плодов составляет 76-81г. Максимальный процент - 61-71% мякоти в плодах отмечен при внесении азота в норме 250г/дер., выход сока из мякоти на этом варианте составляет 92-98%.

Максимальное содержание в плодах витамина С -37,6-37,8 мг% отмечено на вариантах как одинарной, так и двойной нормы карбамида и аммиачной селитры. Внесение фосфора-калия и органических удобрений существенно не влияет на этом показатель. Максимальный показатель суммы сахаров в мякоти 8,2-9,4г/100мл отмечен на вариантах внесения аммиачной селитры и карбамида в нормах 250г/дер.

Таблица 10

Влияние форм, норм азотных удобрений и соотношения N:P:K на продуктивность мандарина уншиу, содержание общего азота в плодах и вынос азота урожаем

Схема опыта	Средний урожай за 10 лет		Прибавка по сравнению с фоном		Прибавка по сравнению с фоном P ₂ K ₂		Содержание общего азота в плодах, %		Вынос азота урожаем, кг/дер	Вынос азота одной тонной урожая, кг
	кг/дер.	%	кг/дер.	одным килограммом азота, кг	мякоть,	сок	мякоть	кожура		
P ₁ K ₁ +торф-фон	21.1	100	-	-	-	-	1.11	0.80	0.214	10.1
P ₁ K ₁ + торф+N ₁ (NH ₂) ₂ CO	25.8	122	4.7	18.8	-	-	0.95	0.67	0.223	8.6
P ₁ K ₁ +торф + N ₂ (NH ₂) ₂ CO	25.5	121	4.4	8.8	-	-	1.31	0.79	0.295	11.6
P ₂ K ₂ + торф+N ₁ (NH ₂) ₂ CO	25.9	123	4.8	19.2	-	-	0.98	0.68	0.227	8.7
P ₂ K ₂ + торф+N ₂ (NH ₂) ₂ CO	27.7	131	6.6	13.2	1.8	3.6	0.89	0.83	0.241	8.7
P ₂ K ₂ + торф+N ₁ NH ₄ NO ₃	26.6	126	5.5	22.2	0.7	2.8	0.98	0.86	0.251	9.4
P ₂ K ₂ +торф+N ₁ (NH ₂) ₂ CO+навоз	17.3	82	-	-	-	-	0.71	0.61	0.119	6.8

Sx, % _ 4,01
NCP₀₅ кг/дер. _ 2,96

Норма питательных элементов N₂₅₀ P₂O₅ 250 K₂O 150

Таблица 11

Влияния форм, норм азотных удобрений и соотношения N:P:K на качественные показатели плодов мандарина уншиу

Схема опыта	Вес одного плода, г	Мякоть, %	Кожура, %	Выход сока из мякоти, %	Титруемая кислотность в пересчете на лимонную кислоту, г/100мл сока	Витамин С, мг%	Моносахара, г/100мл сока	Сумма сахаров, г/100мл сока
P ₁ K ₁ +торф+фон	83.7	71.7	28.3	87.0	1.29	33.9	1.83	8.10

P ₁ K ₁ + торф+N ₁ (NH ₂) ₂ CO	81.5	69.6	30.4	92.1	1.24	37.6	2.34	8.02
P ₁ K ₁ + торф+ N ₂ (NH ₂) ₂ CO	77.6	69.1	30.9	92.3	1.43	30.0	2.06	7.48
P ₂ K ₂ + торф+N ₁ (NH ₂) ₂ CO	80.0	69.3	30.7	84.3	1.21	33.1	2.19	9.36
P ₂ K ₂ + торф+N ₂ (NH ₂) ₂ CO	71.5	69.6	30.4	88.5	1.37	37.6	2.16	7.78
P ₂ K ₂ + торф+N ₁ NH ₄ NO ₃	76.1	70.6	29.4	92.2	1.21	37.8	2.00	9.36
P ₂ K ₂ + торф+N ₁ (NH ₂) ₂ CO + навоз	68.2	65.6	34.4	86.1	1.26	34.9	2.95	8.10

Влияние азотных удобрений на агрохимические показатели почв

1. Влияние форм и норм азотных удобрений на агрохимические показатели красноземных почв под апельсиновыми насаждениями

В целях изучения влияния азотных удобрений на агрохимические свойства красноземных почв за период ведения наблюдений определение агрохимических показателей проводилось три раза. Данные длительного влияния приведены в таб 12. Из таблицы видно, что под влиянием сульфата аммония и аммиачной селитры в верхних горизонтах почвы отмечается незначительное снижение гумуса и общего азота по сравнению с фоном. При внесении аммиачной селитры в норме 150г/дер. значительно возрастает содержание общего азота. В слоях 15-30 и 30-45 см рН в водной вытяжке меняется с 4,2 до 5,9, в верхнем слое реакция среды приближена к нейтральной. Обменная кислотность почв в апельсиновых садах в основном обусловлена обменным водородом. Содержание в красноземной почве подвижных питательных элементов дает следующую картину: содержание гидролитического азота и фосфора по индексам низкое, по содержанию калия почва на уровне обеспеченности, по содержанию магния-на уровне средней обеспеченности. Между отдельными вариантами разница незначительная, что объясняется различными условиями питания растений и действием форм азотных удобрений.

2. Влияние азотных удобрений на агрохимические показатели желтоземной почвы под лимоном и мандарином

Агрохимические показатели почв в посадках лимона мейер за время опыта ведения были определены трижды. Результаты приведены в диссертации, в автореферате же приводятся данные, полученные при последнем определении (таб. 13). Эти данные свидетельствуют о повышении содержания гумуса и общего азота по сравнению с неудобренным вариантом и составляют 0,10-1,16% и 0,01-0,02% соответственно. Актуальная кислотность желтоземных почв преимущественно низкая и приближается к нейтральной, небольшая разница отмечена на вариантах внесения всех элементов питания (N,P,K) и органического удобрения. Обменная кислотность с внесением питательных элементов повышена и в основном обусловлена ионом обменного алюминия. Содержание гидролизованного азота по глубине снижается и в 0-15 см слое почвы меняется в пределах 15-20мг на 100г почвы, а по сравнению с неудобным вариантом в этом же слое повышена на 3-5мг/100г почвы.

Содержание фосфора и калия в 100 г почвы по сравнению с контролем повышено, по глубинам же снижено. Эти почвы по содержанию этих элементов на уровне средней обеспеченности. Желтоземны богаты кальцием и магнием, их содержание по глубине меняется в зависимости от реакции среды.

Агрохимические показатели почв в саду мандарина уншиу в течение ведения опыта изучалось два раза. Содержание гумуса по вариантам колеблется в пределах 2,8-2,9%. Колебания в содержании общего азота имеют более широкую амплитуду 0,21-0,39%. Резкого различия в показателях реакции среды не наблюдается. Содержание подвижных форм фосфора, калия, кальция и магния в рамках высокой обеспеченности.

Влияние различных форм испанских препаратов на урожайность и некоторые химические показатели апельсина вашингтон-напель

В системе мероприятий, обеспечивающих устойчивое развитие сельского хозяйства важное значение имеют агромероприятия, которые предусматривают характер и особенности естественных процессов. Последнее время особое внимание обращается на поиск альтернативы большим нормам минеральных удобрений. Широко испытываются

Таблица 12

Влияние норм сульфата аммония и аммиачной селитры на агрохимические показатели
красноземных почв
(апельсин вашингтон-напель)

Нормы азотных удобрений на фоне РКСаMg, г/дер.	Глубина почвы, см	Общий гумус, %	С, %	Общий азот, %	С: N	рН		Формы кислотности, мг/экв. 100г			Подвижные формы, мг/100г почвы				
						H ₂ O	KCl	обменная		гидролитическая	Гидролизаванный азот	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
								общая	Al ³⁺						
КСаMg- (фон)	0-15	6.37	3.7	0.65	5.7	5.7	4.4	2.52	0.18	7.70	20.91	18.20	52.5	154.7	5.5
	15-30										14.00	14.00	52.0	123.2	26.0
	30-45										17.49	7.00	47.5	112.4	19.9
	0-45										5.61	3.3	0.54	6.1	5.3
фон +N 75 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	5.32	3.1	0.38	8.2	6.8	5.2	4.78	0.46	8.05	16.65	4.00	41.3	137.9	22.2
	15-30										14.76	3.00	40.8	154.7	21.2
	30-45										12.00	5.60	38.0	161.7	20.0
	0-45										5.14	3.0	0.21	14.3	5.3
фон+N 150 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	5.63	3.3	0.50	6.6	6.8	5.3	2.48	0.74	8.50	20.90	6.00	50.0	151.3	21.6
	15-30										17.40	9.00	49.3	140.3	17.2
	30-45										16.61	8.50	42.5	144.5	16.8
	0-45										5.73	3.3	0.44	4.5	6.0
фон+N 300 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	4.29	2.5	0.18	22.7	6.8	5.3	3.86	1.10	9.40	16.60	25.00	46.7	168.5	37.1
	15-30										12.82	14.00	46.0	160.5	26.6
	30-45										10.40	12.00	42.5	140.0	31.5
	0-45										3.93	2.3	0.11	12.8	5.0
фон+N 450 (NH ₄) ₂ SO ₄	0-15	5.81	3.4	0.64	5.3	5.5	4.9	2.02	0.98	4.73	18.19	66.00	55.00	178.4	27.1
	15-30										16.29	38.00	42.5	143.4	35.4
	30-45										15.50	5.00	35.0	153.7	32.7
	0-45										5.56	3.2	0.54	5.9	5.5
фон +N 75 NH ₄ NO ₃	0-15	5.36	3.1	0.39	7.9	5.8	4.9	2.57	0.36	8.60	17.00	31.00	55.00	154.6	16.4
	15-30										16.65	17.00	50.0	141.8	31.1
	30-45										14.45	13.00	45.0	167.3	21.9
	0-45										4.95	2.8	0.30	9.3	5.9
фон+N 150 NH ₄ NO ₃	0-15	5.54	3.2	0.96	3.8	4.9	4.2	1.56	0.28	6.40	21.61	21.00	46.2	133.4	18.5
	15-30										19.78	14.00	42.5	137.9	18.1
	30-45										16.57	4.00	41.3	126.0	16.3
	0-45										5.50	3.2	0.89	3.6	4.8
фон+N 300 NH ₄ NO ₃	0-15	6.26	3.6	0.68	14.4	5.8	4.1	3.58	1.15	9.30	22.37	16.00		165.9	20.0
	15-30										21.67	14.00	45.0	84.1	8.4
	30-45										20.18	9.00	42.5	82.3	5.4
	0-45										5.25	3.0	0.25	4.0	4.2

	45														
фон+N 450 NH ₄ NO ₃	0-15	5.59	3.2	0.36	24.6	4.7	3.8	6.72	1.46	13.80	18.68	15.00	55.0	91.9	15.0
	15-30	5.18	3.2	0.15	20.0	5.3	3.1	5.98	1.36	11.60	16.46	12.00	46.7	125.9	12.3
	30-45	4.65	2.7	0.13	7.5	4.8	3.4	8.28	2.28	13.75	15.16	12.60	41.2	164.1	19.0

Таблица 13

Влияние минеральных питательных элементов на агрохимические показатели
желтоземных почв
(опыт на лимон мейер.1991)

Схема опыта	Глубина почв, см	Общий				pH		Формы кислотности, мг/экв. 100г		Подвижные формы, мг/100г почвы				
		гумус, %	C%	азот, %	C: N	H ₂ O	KCl	Обменная		Гидролизный азот	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
								общая	Al ³⁺					
Без удобрения	0-15	2.29	1.38	0.16	8.3	6.0	5.3	8.82	8.64	15.7	38.0	30.9	161.3	30.3
	15-30	1.50	0.87	0.15	5.8	6.8	5.4	8.00	7.87	11.8	30.0	14.5	126.5	52.7
	30-45	1.16	0.67	0.12	5.6	5.7	4.5	6.91	6.80	8.0	27.0	14.0	131.2	72.1
PK	0-15	2.39	1.39	0.15	9.3	6.7	5.7	6.32	6.19	18.2	55.0	47.5	141.7	45.2
	15-30	1.30	0.75	0.13	5.8	6.2	5.0	5.72	5.65	17.3	43.0	26.0	100.8	48.9
	30-45	1.06	0.62	0.10	6.2	6.1	5.0	3.67	3.62	17.0	37.0	16.0	81.8	57.7
NP	0-15	3.22	1.87	0.18	10.4	6.2	5.1	7.51	7.36	19.3	37.0	14.0	122.6	39.0
	15-30	1.75	1.02	0.14	5.7	6.7	5.1	5.00	4.94	14.0	26.0	11.4	110.6	41.5
	30-45	1.50	0.87	0.12	7.25	6.0	5.0	9.20	8.39	11.5	23.0	10.0	90.9	56.4
NK	0-15	1.86	1.08	0.14	7.7	7.0	6.0	5.01	4.85	20.3	28.0	48.2	124.0	53.9
	15-30	1.06	0.62	0.10	6.2	6.8	5.7	6.80	6.66	19.7	24.0	27.1	112.2	50.2
	30-45	0.99	0.57	0.09	6.3	6.4	5.4	5.12	5.05	13.7	22.0	20.0	88.0	46.5
NPK	0-15	3.45	2.00	0.18	11.1	5.7	4.5	8.70	8.53	18.6	30.0	72.9	115.8	15.4
	15-30	1.29	0.75	0.14	5.4	5.0	4.7	7.45	7.29	12.5	28.0	26.0	111.4	29.1
	30-45	1.02	0.59	0.10	5.9	5.4	4.9	3.57	3.51	11.6	25.0	14.0	97.1	58.9
NPK +навоз	0-15	2.89	1.68	0.16	10.5	5.3	4.7	11.33	11.20	19.0	37.0	80.9	127.4	18.6
	15-30	2.79	1.62	0.16	10.1	5.4	4.6	6.80	6.67	15.3	30.0	71.1	102.2	19.7
	30-45	2.07	1.20	0.16	7.5	5.0	4.3	3.39	3.34	14.9	28.0	60.5	98.6	26.4

созданные на базе торфа различные органо-минеральные препараты.

В саду апельсина вашингтон-навель были испытаны препараты, предоставленные испанской фирмой "Инагроса". Схема и история опыта приведены в диссертации, в главе "Объект и методика исследования". Испытание данных препаратов в условиях полевого опыта показал, что прирост урожая в каличество 6,1 кг/дер. (66%) по сравнению с контрольным вариантом полученна на варианте препарата амилоль-форте, на варианте

препарата гумифорте прибавка урожая составила 2,2кг/дер. Остальные препараты дали не-существенную прибавку.

Резкого влияния препаратов на качественные показатели плодов апельсина не отмечено: масса мякоти увеличилась на 2%, масса кожуры снизилась на 1,5%, содержание в плодах витамина С варьирует в пределах 41,4-44,09% на вариантах применения куалато форте, кадостима и фоснотрена.

Диагностика азотного питания citrusовых

Влияние форм и норм азотных удобрений на химический состав листьев апельсина и лимона

В целях диагностики содержания питательных элементов в листьях citrusовых были проведены анализы листьев первого прироста. Объектом исследования являлись полевые опыты по изучению эффективности форм и норм азотных удобрений под растениями апельсина вашингтон-навель и лимона мейер. С этой целью в листьях первого прироста определяли содержание N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO и MnO. С применением квадратных уравнений был проведен регрессионный анализ парных зависимостей между питательными элементами и урожаем или нормами азота. Для отдельных показателей были подобраны различные коэффициенты. Полученные данные по апельсину вашингтон-навель (таб. 14) показали, что расчетные значения не меняются, по вариантам они приближены к экспериментальным значениям для одинарных и двойных норм. Это дает основание заключить, что при внесении сульфата аммония 150г/дер. для получения урожая 9 кг/дер. и при внесении аммиачной селитры 450 г/дер. для получения урожая 14 кг/дер. содержание в листьях апельсина питательных элементов должно равняться N-2,8-3,9; P₂O₅-0,32-0,39; K₂O-2,57-2,85; CaO-2,42-2,45; MgO -0,139; MnO-0,002-0,0024%.

Таблица 14

Теоретические и фактические показатели содержания в листьях апельсина вашингтон-навель P₂O₅, K₂O, CaO, MgO и MnO в пересчете на урожай

Нормы азотных удобрений на фоне РКCaMg, г/дер.	Питательные элементы, %									
	P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO		MnO	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
РКCaMg- фон	0.43	0.36	2.33	2.37	2.51	2.39	0.121	0.139	0.0022	0.0021
(NH ₄) ₂ SO ₄ 75	0.42	0.34	1.58	2.28	2.47	2.42	0.113	0.139	0.0016	0.0022
150	0.24	0.33	1.56	2.22	2.47	2.45	0.112	0.139	0.0032	0.0024
300	0.33	0.32	2.88	2.20	2.62	2.47	0.144	0.139	0.0022	0.0024
450	0.36	0.29	2.16	2.28	2.32	2.54	0.118	0.139	0.0016	0.0016
NH ₄ NO ₃ 75	0.36	0.33	2.40	2.23	2.52	2.45	0.197	0.139	0.0022	0.0024
150	0.31	0.38	2.68	2.57	2.26	2.35	0.144	0.139	0.0021	0.0020
300	0.37	0.34	2.84	2.65	2.48	2.43	0.171	0.139	0.0021	0.0023
450	0.38	0.39	2.86	2.85	2.18	2.31	0.129	0.139	0.0021	0.0022

1-экспериментальный показатель

2-теоретический показатель

Аналогичный регрессионный анализ парных зависимостей был проведен между урожаем лимона мейер и содержанием питательных элементов. На основании полученных теоретических данных, приближенных к фактическим, можно заключить, что средний урожай плодов лимона до 6 кг/дер определяется следующим химическим составом листьев первого прироста: N-2,50-2,94; P₂O₅-0,38; K₂O-1,31; CaO-2,29-2,43; MgO -0,175-0,179; MnO-0,002-0,0022%.

Экономическая эффективность форм и норм азотных удобрений в цитрусовых садах (мандарин, апельсин, лимон)

Для изучения экономической эффективности азотных удобрений условно были взяты рыночные цены. В описанных нами полевых опытах наиболее эффективные нормы и формы азотных удобрений для отдельных культур определились следующим образом: для апельсина вашингтон-навель - сульфат аммония, аммиачная селитра, карбамид и натриевая селитра - $N_{75-150}, P_2O_5_{150}, K_2O_{100}$, для мандарина уншиу- $N_{250}P_2O_5_{250}K_2O_{150}$ г/дер., для лимона мейер - $N_{150}P_2O_5_{150}K_2O_{100}$ г/дер. как для карбамида, так и для аммиачной селитры.

Высокая экономическая эффективность от применения сульфата аммония, аммиачной селитры, карбамида и натриевой селитры в насаждениях апельсина вашингтон-навель характеризуется следующей закономерностью: чистый доход составил соответственно 2.3; 2.2, 4.2 и 4.3 тыс. лари на гектар, уровень рентабельности 703.1; 954.9; 1045.1 и 671.7; доход от каждого затраченного лари составил 8-11 лари.

Чистый доход от внесения карбамида и аммиачной селитры в садах мандарина уншиу составил 1,6 и 1,9 тыс. лари на гектар, уровень рентабельности соответственно 445,7 и 257,1%. Доход от каждого затраченного лари колеблется в пределах 3.5-3.5 лари.

При внесении в садах лимона мейер карбамида и аммиачной селитры при одинарной норме фосфора-калия получен чистый доход 9-15,6 тыс. лари, уровень рентабельности в пределах 1309,2- 1986,9%, чистый доход от каждого затраченного лари составил 14,1-20,8 лари.

Особенности применения стабильного изотопа азота ^{15}N в агрохимических исследованиях

1.Влияния форм азотных удобрений на продуктивность цитрусовых

Влияние форм азотных удобрений на биологическую активность лимона и апельсина изучалось в максимально контролируемых условиях вегетационного опыта с использованием стабильного изотопа азота ^{15}N . Полученные данные показали (таб.15), что влияние форм азотных удобрений на продуктивность растений неадекватно. Так, сульфат аммония на 71% увеличивает общую массу растения апельсина по сравнению с фоном (PK+Ca), натриевая селитра – на 56%, хлористый аммоний – всего на 7%.

Соотношение между надземной массой и корневой системой апельсинового растения на всем вариантам опыта практически не меняется, а в соотношений между надземной частью и корневой системой растения лимона наблюдается существенная разница. Прирост биомассы надземной части по сравнению с фоном колеблется в пределах 21-39%. Корневая система при внесении сульфата аммония остается практически без прироста (5%), внесение остальных двух форм вызывает снижение биомассы корневой системы, что отражается на показателях общей биомассы.

Влияние форм азотных удобрений на биопродуктивность апельсина и лимона более рельефно выражено в приросте растительной массы.

Самая существенная прибавка в этом отношении для растений апельсина выявлена в случае внесения сульфата аммония-154,7г, при внесении натриевой селитры при-

Таблица 15

Влияние форм азотных удобрений на биопродуктивность цитрусовых на усвоение азота

Формы азотных удобрений на фоне РКСа	Растительная масса, г			Прибавка от азота, г			Вынос азота растением, мг/сосуд			надземная часть Корневая система
	Надземная часть	Корневая система	Общая масса	Надземная часть	Корневая система	Общая масса	Общий азот	Азот удобрения	Азот почвы	
Апельсин										
РКСа-фон	127.30	89.65	216.95	–	–	–	1654.93	–	–	1.42
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$	216.95	154.70	371.65	89.70	65.05	154.75	5274.54 100%	3101.93 59%	2172.62 41%	1.40
$^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$	137.29	95.95	233.24	9.99	6.30	16.29	3596.75 100%	2197.83 61%	1398.92 39%	1.43
$\text{Na}^{15}\text{NO}_3$	195.82	143.70	339.52	68.52	54.05	122.57	3397.70 100%	2063.23 60%	1334.47 40%	1.36
Лимон										
РКСа-фон	68.91	55.20	124.11	–	–	–	1099.44	–	–	1.25
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$	95.98	57.95	153.93	27.07	2.75	29.82	2323.74 100%	126.21 54%	1061.6 46%	1.65
$^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$	90.05	47.85	137.90	21.14	-7.35	13.79	1815.93 100%	104.17 57%	774.22 43%	1.88
$\text{Na}^{15}\text{NO}_3$	83.66	34.80	118.46	14.75	-20.40	-5.65	1587.02 100%	694.34 44%	892.68 56%	2.40

бавка составила 122,5г, а при внесении хлористого аммония -16г. У растений лимона прибавка биомассы намного меньше.

С использованием удобрения, обогащенного стабильным изотопом ^{15}N была определена доля азота удобрения, усвоенная растением апельсина, которая составила 59-61% от общего азота, доля почвенного азота соответственно составила 39-41%. В опыте с лимоном при внесении сульфата аммония и хлористого аммония удельная масса азота удобрения составила 54-57%, а доля почвенного азота - 43-46%. Лишь в случае натриевой селитры отмечено предпочтительное использование растением почвенного азота -56%, доля азота удобрения составила 44%.

2. Влияние норм и форм азотных удобрений на продуктивность цитрусовых

Изучение влияния норм азотных удобрений (карбамид и аммиачная селитра) на биомассу растений апельсина и лимона показало, что при внесении карбамида $N_{5,0}$ г/сосуд прибавка по сравнению с фоном составляет 23-49г, а при внесении аммиачной селитры в норме 2,5г/сосуд - 49-31г.

Соотношение между массами корней и ассимиляционным аппаратом листьев дает представление об обеспеченности растений корнями. В нашем случае соотношение "корневая система - листья" для апельсина в пределах 2,6-2,46, для лимона в более широких пределах -1,94-3,06.

Данные, отражающие влияние аммиачной селитры и карбамида на прибавку растительной массы растения дают возможность рассчитать эквивалент одного удобрения в единицах другого. Рис. 2 показывает, что в опыте с апельсином норма 2,5г азота на сосуд, внесенная в виде карбамида, обеспечивает такую же прибавку растительной массы, как азот аммиачной селитры в норме 0,95г.

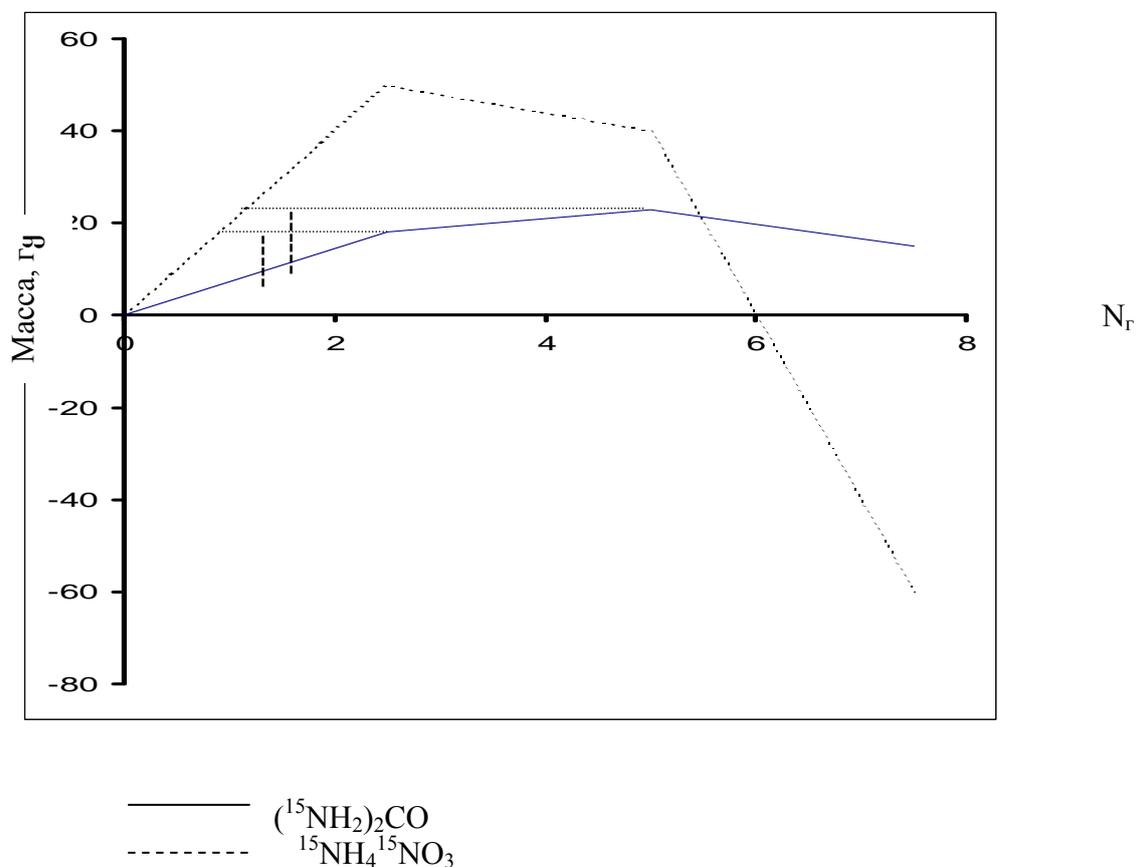


Рис. 2. Влияние азотных удобрений на биомассу апельсина

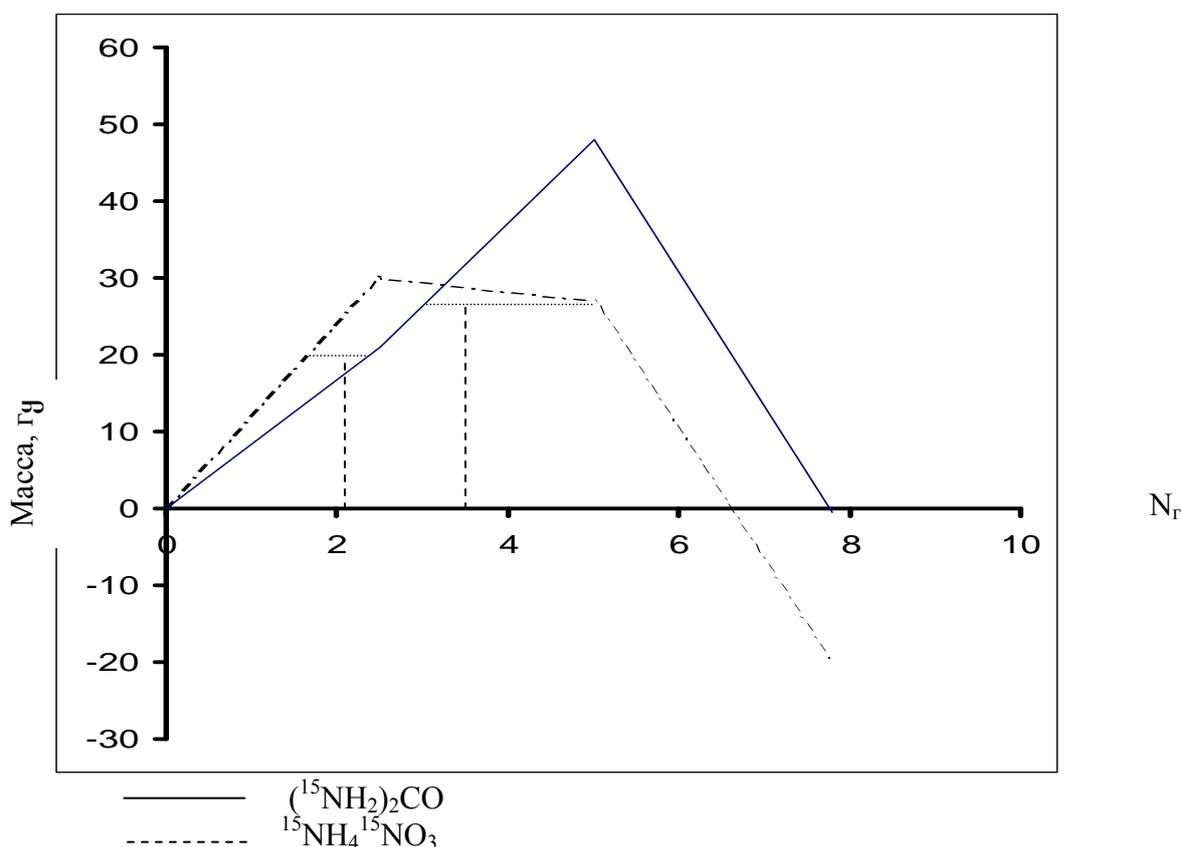


Рис. 3. Влияние азотных удобрений на биомассу лимона

В опыте с лимоном (рис. 3) карбамид, внесенный низкими нормами (2,5г) обеспечивает прибавку растительной массы в 21,6г. Такую же прибавку дает 1,65г азота, внесенного в виде аммиачной селитры. При внесении высоких норм аммиачной селитры азот в количестве 5 г/сосуд обеспечивает прибавку растительной массы на 28 г. Такую же прибавку дает внесение азота в форме карбамида в норме 3 г/сосуд.

Определение в отдельных органах растений общего азота с использованием ^{15}N позволила установить долю внесенных азотных удобрений в образовании растительной массы. Рисунок 4 показывает, что в опыте с апельсином при внесении карбамида в одинарной норме вынос растением азота почвы составляет 44% от общего количества, а доля азота удобрения-55,5%. С увеличением нормы долевая масса азота удобрения возрастает и она колеблется в пределах 73-74%. Аналогичная закономерность наблюдается и при применении аммиачной селитры.

В опытах с лимоном сохраняется тенденция увеличения доли азота удобрения и снижения доли азота почвы в общей массе выноса азота. Рисунок 5 показывает, что в отличие от апельсина в опыте с лимоном с увеличением норм азотных удобрений возрастает доля азота удобрения в общей массе азота, поглощенного растением.

3. Влияние одновременного и дробного внесения азотных удобрений на продуктивность цитрусовых и усвоение азота

Изучение влияния одновременного и дробного внесения азотных удобрений на продуктивность цитрусовых с применением меченных стабильным изотопом азота ^{15}N , показало (рис. 6), что при одновременном внесении аммиачной селитры прибавка по сравнению с фоном составляет 36 г/сосуд. При дробном внесении нормы прибавка в

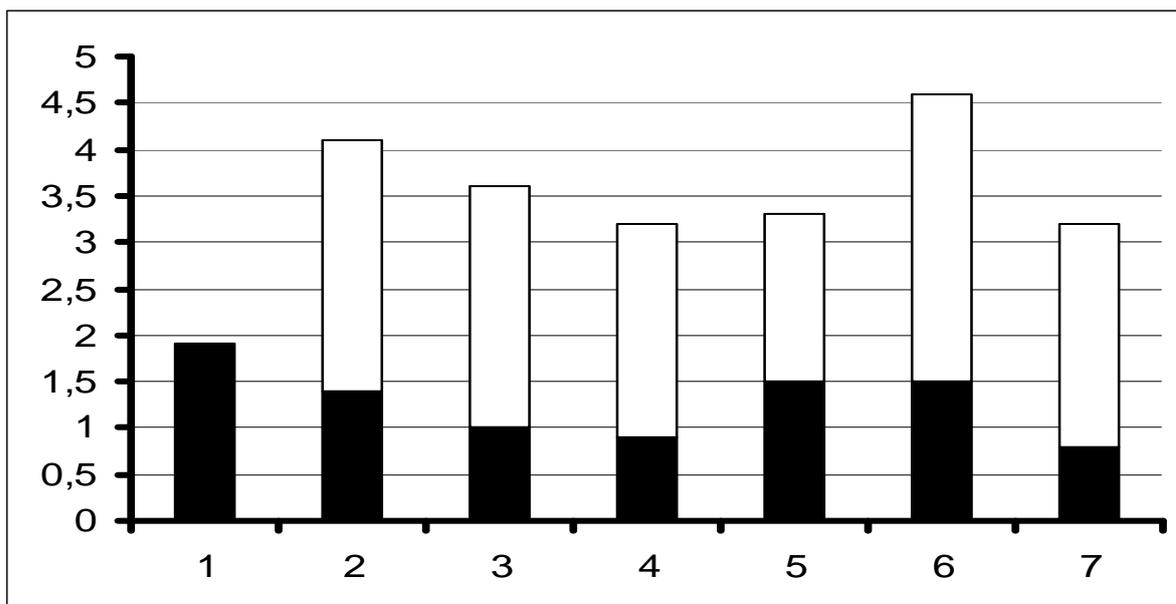
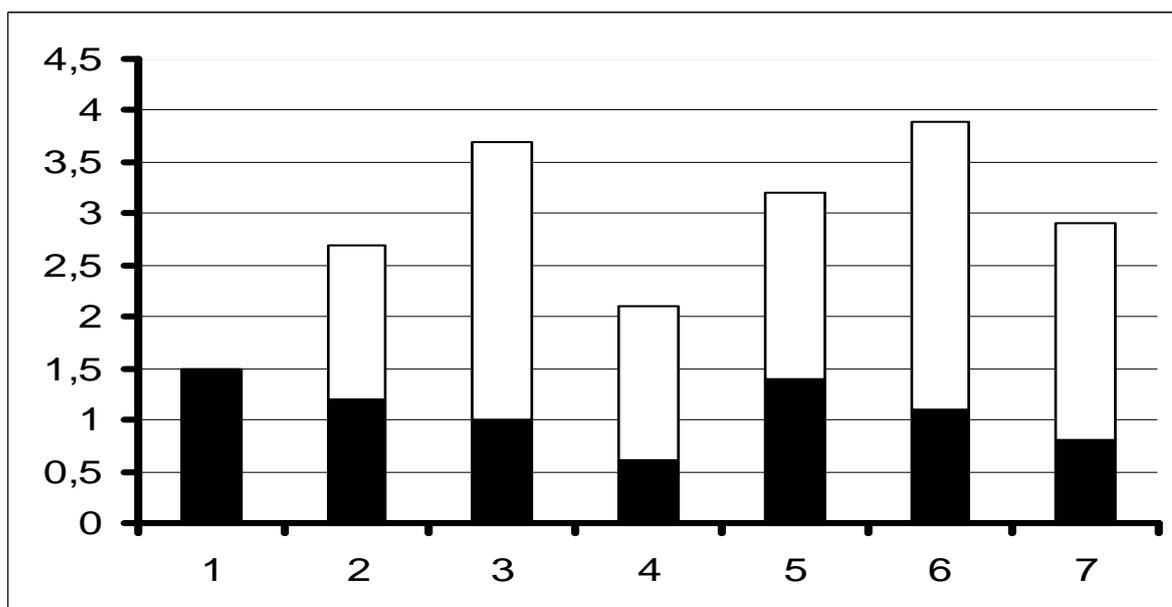


Рис. 4. Влияние норм азотных удобрений на вынос азота растительной массой апельсина



■ почвенный азот

□ азот удобрения

1. PK 2. PK+(¹⁵NH₂)₂CO-2.5г. 3. PK+(¹⁵NH₂)₂CO-5.0г.
 4. PK+(¹⁵NH₂)₂CO-7.5г. 5. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-2.5г. 6. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-5.0г.
 7. PK+¹⁵NH₄¹⁵NO₃-7.5г.

Рис. 5. Влияние норм азотных удобрений на вынос азота растительной массой лимона

пределах 10-15 г/ сосуд. При единовременном внесении нормы карбамида прибавка составляет 4г/ сосуд, при дробном же внесении этот показатель колеблется в пределах 10-23г/сосуд.

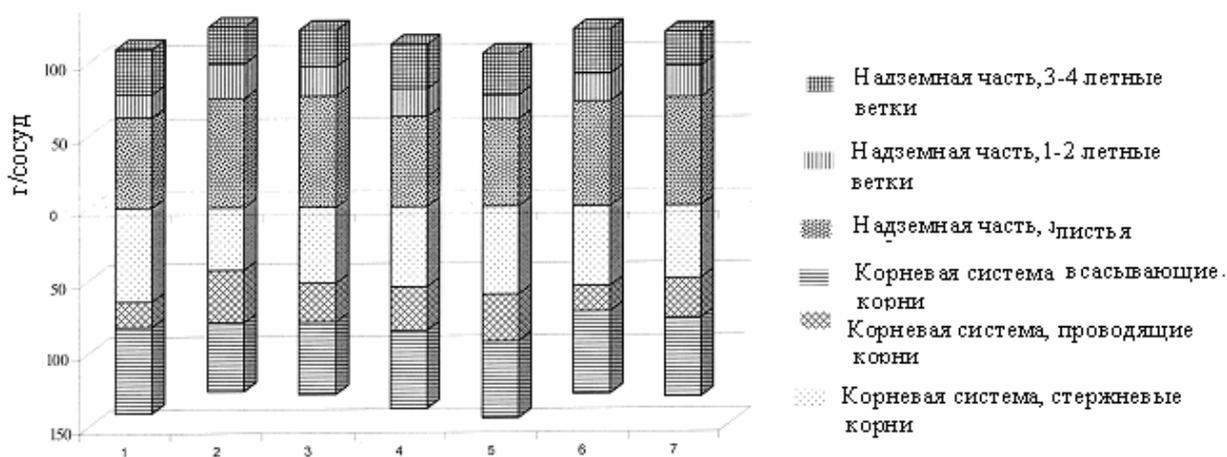


Схема опыта **Вариант** 1 юЗЛ+ фон 2 ю ЗЛ+¹⁵ТР₄¹⁵ТЦ₃ 3 ю ЗЛ+¹⁵ТР₄¹⁵ТЦ₃ ¹⁴Т 60% ¹⁵Т 40%
 4. РК +¹⁵NH₄¹⁵NO₃ ¹⁵N60% ¹⁴N40% 5. РК +(¹⁵NH₂)₂CO
 6.РК +(¹⁵NH₂)₂ CO¹⁴N40%¹⁵N60%. 7. РК +(¹⁵NH₂)₂CO ¹⁵N60% ¹⁴N40%.

Рис. 6. Влияние единовременного и дробного внесения форм азотных удобрений на биопродуктивность апельсина

Прирост общей массы надземной части растения лимона (рис. 7) при единовременном внесении нормы аммиачной селитры составляет 18 г/сосуд, при дробном же внесении в пределах 6-7 г/сосуд. На долю листьев приходится 40% общей массы надземной части, на 1-2 летние ветки - 21%, а на 3-4 летние ветки - 31%.

Таблица 16

Влияние единовременного и дробного внесения форм азотных удобрений на усвоение азота растениями апельсина и лимона (мг/сосуд)

Схема опыта	Апельсин			Лимон		
	Общий азот	Азот почвы	Азот удобрения	Общий азот	Азот почвы	Азот удобрения
РК- (фон)	1941.8	1941.8	-	1498.3	1498.3	-
РК+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃	3379.3 100%	1554.6 56%	1824.7 54%	3260.3 100%	1445.1 44%	1815.2 56%
РК+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ ¹⁴ N 60% ¹⁵ N 40%	3119.6 100%	2350.3 75%	769.3 25%	3006.4 100%	2249.3 75%	757.1 25%
РК+ ¹⁵ NH ₄ NO ₃ ¹⁵ N 60% ¹⁴ N40%	3005.1 100%	2208.2 73%	796.8 27%	2654.0 100%	2007.2 76%	646.8 24%
РК+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	3097.2 100%	1379.4 45%	1717.8 55%	2808.9 100%	1214.9 43%	1594.0 57%
РК+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ¹⁴ N 60% ¹⁵ N 40%	2642.0 100%	1916.0 73%	726.0 27%	3112.8 100%	2328.1 75%	784.7 25%
РК+(¹⁵ NH ₂) ₂ CO ¹⁵ N 60% ¹⁴ N 40%	2876.4 100%	1982.3 69%	894.1 31%	2359.21 100%	1714.3 73%	644.9 27%

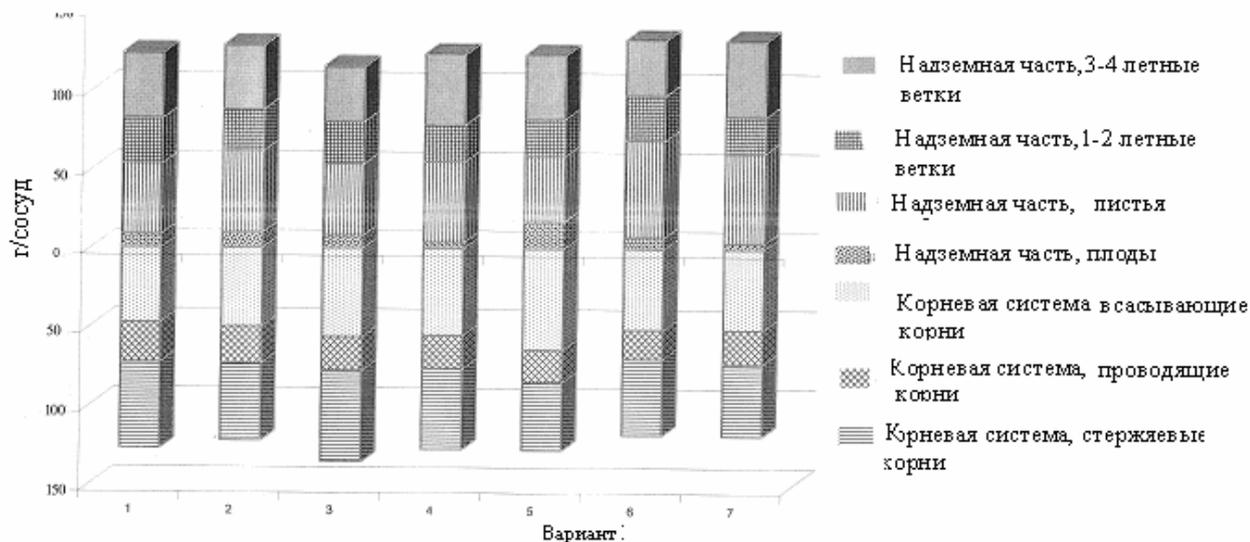


Схема опыта 1. PK+ фон 2. PK +¹⁵NH₄¹⁵NO₃ 3. PK +¹⁵NH₄¹⁵NO₃ ¹⁴N 60% ¹⁵N 40%
 4. PK +¹⁵NH₄¹⁵NO₃ ¹⁵N60% ¹⁴N40% 5. PK +(¹⁵NH₂)₂ CO
 6. PK +(¹⁵NH₂)₂ CO ¹⁴N40% ¹⁵N60%. 7. 6. PK +(¹⁵NH₂)₂ CO ¹⁵N60%
¹⁴N40%.

Рис. 7. Влияние единовременного и дробного внесения форм азотных удобрений на биопродуктивность лимона

В общей массе корневой системы обеих культур (апельсин, лимон) основная доля приходится на всасывающие и осевые корни, на долю проводящие корни приходится незначительная часть. Между способами внесения удобрения резкой разницы не отмечается.

На усвоение растениями азота свое влияние оказывают способы внесения азотных удобрений-единовременное и дробное. Данные таблицы 16 показывают, что при единовременном внесении аммиачной селитры из усвоенного растением апельсина азота 54% приходится на азот удобрения, а на почвенный азот- 46%. При дробном внесении на долю почвенного азота приходится 73-75%, на долю азота удобрения-25-27%. При внесении карбамида указанная закономерность сохранена - доля азота удобрения составляет 55% всего усвоенного азота, при дробном внесении колеблется в пределах 27-31%.

В эксперименте по лимону при единовременном внесении нормы аммиачной селитры на долю азота удобрения приходится 56% от усвоенного, при дробном внесении 25-26% (табл. 16). При единовременном внесении карбамида доля азота удобрения составляет 57%, а при дробном внесении - 25-27%.

4. Динамика усвоения азота растениями апельсина, лимона и мандарина

Усвоение азота растениями апельсина и лимона было изучено в условиях вегетационного опыта (таблицы 17,18).

Как показывают данные таблицы 17, при внесении аммиачной селитры в первый же день внесения меченого азота в листьях апельсина 1,26% (0,12мг/сосуд) общего азота приходится на азот удобрения, в дальнейшем (5-тый, 10-тый, 20-тый день от внесения) доля азота удобрения возрастает и колеблется в пределах 1,69-2,55% (0,24-0,38мг/сосуд). На 30-тый день отмечается падение содержания до 1,68% (0,18мг/сосуд) в результате разбавления азота почвы.

При внесении меченого ^{15}N азотного удобрения при основном удобрении (60% от нормы) 0,76% общего азота в листьях приходится на азот удобрения, в последующие экспозиции этот показатель возрастает и составляет 1.97; 3.79; 8.99% соответственно. На 31-ый день, как и предусматривала схема опыта была внесена немеченая аммиачная селитра (40% нормы). Внесение азотных удобрений усилило вынос поглащенного почвой ранее внесенного азота удобрения и доля азота меченого удобрения возросла до 19,6%. В дальнейших экспозициях его доля колеблется в пределах 20,24 и 26%.

Таблица 17

Динамика усвоения азота листьями апельсина вашингтон-навель при применении меченой аммиачной селитры и карбамида (Нмг/сосуд)

Экспозиция в днях и часах	$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ дробное внесение						$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ дробное внесение					
	PK+ ^{14}N 60% ^{15}N 40%			PK+ ^{15}N 60% ^{14}N 40%			PK+ ^{14}N 60% ^{15}N 40%			PK+ ^{15}N 60% ^{14}N 40%		
	Общий азот	Азот почвы	Азот удобрения	Общий азот	Азот почвы	Азот удобрения	Общий азот	Азот почвы	Азот удобрения	Общий азот	Азот почвы	Азот удобрения
1 (24)	11.82	11.82	-	11.85	11.76	0.09	11.46	11.46	-	10.58	10.54	0.04
5 (180)	12.57	12.57	-	13.21	10.95	0.26	11.67	11.67	-	10.67	10.55	0.12
10 (240)	12.42	12.42	-	12.93	12.44	0.49	12.69	12.69	-	11.10	10.86	0.24
20 (480)	14.04	14.04	-	14.46	13.16	1.30	13.95	13.95	-	12.78	11.91	0.81
30 (720)	15.03	15.03	-	13.87	11.98	1.89	13.44	13.44	-	12.69	10.91	1.78
1 (24)	9.50	9.38	0.12	10.51	8.45	2.06	9.30	9.12	0.18	11.35	8.90	2.45
5 (180)	10.08	9.91	0.17	13.75	10.99	2.76	10.0	9.80	0.20	7.98	6.19	1.79
10 (240)	14.37	14.07	0.24	16.31	12.30	4.01	14.05	13.70	0.32	15.53	11.23	4.30
20 (480)	14.90	14.52	0.38	15.95	12.02	3.90	11.97	11.69	0.28	12.17	8.64	3.53
30 (720)	10.70	10.52	0.18	10.30	7.63	2.67	9.92	9.53	0.39	9.22	6.33	2.85

В случае внесения карбамида на 31-ый день, когда в качестве подкормки было внесено меченое удобрение, на долю азота удобрения приходится 1,93% усвоенного растением апельсина общего азота, в дальнейших экспозициях содержание азота удобрения возрастает и составляет соответственно 2.0; 2.27; 2.34 и 3.93 %.

При основном удобрении (60% нормы) на первый же день внесения меченого ^{15}N

Таблица 18

Динамика усвоения азота листьями лимона мейер при применении меченой аммиачной селитры и карбамида (Нмг/сосуд)

Экспозиция в днях и часах	$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ дробное внесение						$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ дробное внесение					
	PK+ ^{14}N 60% ^{15}N 40%			PK+ ^{15}N 60% ^{14}N 40%			PK+ ^{14}N 60% ^{15}N 40%			PK+ ^{15}N 60% ^{14}N 40%		
	Общий азот	Азот почвы	Азот удобрения	Общий азот	Азот почвы	Азот удобрения	Общий азот	Азот почвы	Азот удобрения	Общий азот	Азот почвы	Азот удобрения
1 (24)	11.82	11.82	-	10.18	10.07	0.11	9.03	9.03	-	9.14	9.09	0.05
5 (180)	12.15	12.15	-	10.95	10.85	0.10	9.48	9.48	-	9.23	9.18	0.05
10 (240)	12.69	12.69	-	10.43	10.11	0.32	9.57	9.57	-	9.48	9.41	0.07
20 (480)	13.08	13.08	-	11.33	10.92	0.41	11.25	11.25	-	9.31	9.03	0.28
30 (720)	13.38	13.38	-	11.00	10.02	0.98	12.72	12.72	-	10.28	9.44	0.84
1 (24)	12.29	12.18	0.11	8.39	7.15	1.24	9.38	9.21	0.17	8.67	9.95	1.72
5 (180)	10.15	9.93	0.22	7.57	6.52	1.05	8.19	8.04	0.15	8.18	6.64	1.54
10 (240)	11.53	11.40	0.13	9.96	7.93	1.83	11.45	11.26	0.19	8.09	6.41	1.68
20 (480)	11.14	10.91	0.23	12.09	9.67	2.42	8.21	7.71	0.50	7.61	6.11	1.50
30 (720)	10.50	10.17	0.33	9.22	7.72	1.50	9.66	9.34	0.32	8.16	5.86	2.30

удобрения доля азота удобрения в общем азоте составляет 0,38%, с 5-го по 30-тый день оно возрастает с 1.12 до 14%. На 31-ый день, когда в качестве подкормки был внесен

немеченый карбамид, процентное содержание азота удобрения в общем азоте листьев возросло до 21,5%. Влияние азота немеченого удобрения на внесенный ранее азот удобрения при внесении карбамида более рельефно и оно с 22,4% возрастает до 31,3%.

В опыте с лимоном мейер (таблица 18) в первый же день подкормки меченой аммиачной селитрой содержание в листьях азота удобрения составило 0,9% от общего азота, на 5-тый день оно превысило 2%, на 30-ый день оно составило более 3% от общего азота.

На первый же день основного удобрения отмеченными формами удобрения на долю азота удобрения приходится более 1% общего азота, на 10-тый день - выше 3%, на 30-тый же день почти 9%. При подкормке немеченой аммиачной селитрой усиливается усвоение ранее внесенного удобрения и на первый же день усвоение ^{15}N составляет 14,8% от общего азота, на 40-ой и 50-тый дни на него приходится соответственно 19-20% общего азота листьев. В дальнейшей экспозиции отмечается снижение доли азота удобрения (16,3%).

При внесении меченого карбамида в виде подкормки в первых экспозициях (табл. 18) усвоение азота удобрения протекает в 2 раза интенсивнее и через 20 дней на его долю приходится 6% (0,5 мг/сосуд) от общего азота.

При применении меченого карбамида в качестве основного удобрения (60% нормы), в первый же день азот удобрения составляет 0,5% от общего азота, на 20-тый день - 3%, а на 30-тый день на его долю приходится 8% общего азота. Внесение немеченого карбамида усиливает усвоение меченого удобрения - его содержание колеблется в пределах 18-20% от общего азота. В отличие от аммиачной селитры в случае применения карбамида 28% общего азота в листьях лимона представлено азотом удобрения.

Усвоение азота растениями мандарина изучалось в вегетационных опытах, где применялись карбамид и ингибиторы нитрификации КМП и ЦГ. Их положительное влияние выразилось в первую очередь в увеличении общей массы растений на 25-49% по сравнению с $\text{PK}+(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Исключение представляет ингибитор ЦГ в норме 10 мг/кг, где существенно подавлено развитие как общей биомассы, так и отдельных составных частей растений. При применении карбамида на фоне фосфора и калия 66% от общего азота надземной части растения приходится на листья, 9% на 1-2 летние ветки и 25% на 3-4 летние ветки.

5. Усвоение азота удобрения растениями апельсина и лимона при применении различных форм азотных удобрений и ингибиторов

Влияние ингибиторов на вынос азота растениями апельсина и лимона приведено в таблице 19. Данные таблицы показывают, что положительное влияние ингибиторов на вынос из почвы азота удобрения для обеих культур проявилось на варианте карбамида, где растение усвоило на 1-4% больше азота удобрения по сравнению с вариантом без ингибиторов. На варианте сульфата аммония положительный эффект не отмечен. При совместном внесении карбамида и ингибиторов растения апельсина усвоило азот почвы 254 мг/сосуд, растение лимона - 82 мг/сосуд.

Для того, чтобы определить, из какого источника (NH_4 или NO_3) питания более интенсивно усваивают растения лимона и апельсина азот удобрения, под эти культуры в условиях вегетационных опытов была внесена аммиачная селитра, меченая в различных группах. Полученные данные свидетельствуют (табл. 20), что растение апельсина с одинаковой интенсивностью усваивает азот удобрения как из аммиачного, так и нитратного источника и оно составляет 29-30% от нормы удобрения. В опыте с лимоном в этом отношении выявлена разница - растение лимона в первую очередь усваивает азот удобрения из аммиачной группы, так как количество усвоенного азота удобрения на 12,5% превышает азот удобрения, усвоенный из нитратной группы.

Таблица 19

Влияние ингибиторов нитрификации на выносе азота из почвы растениями апельсина и лимона через 2 года после внесения азотных удобрений (вегетационный опыт, N мг/сосуд)

Формы азота на фоне РКСа	Апельсин				Лимон			
	Азот почвы	Азот удобрения	% от нормы	Дополнительно мобилизованный N почвы	Азот почвы	Азот удобрения	% от нормы	Дополнительно мобилизованный N почвы
РКСа-фон	1655.0				1099.6			
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2172.6	3101.9	62.0	517.6	1061.5	1262.1	25.2	
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Nserve-ATC}$	1654.6	2070.3	41.4		1207.1	1181.5	23.6	107.5
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$	1590.1	1825.8	36.5		1000.1	1224.9	24.5	
$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{Nserve-ATC}$	1908.6	2044.5	40.9	253.6	1182.4	1275.8	25.5	81.8
	$S_x, \%$	7.0		14.0				
	$V\%$	21.1		42.2				

Таблица 20

Вынос азота из почвы растениями апельсина и лимона при применении меченой в различных группах аммиачной селитры (вегетационный опыт, N мг/сосуд)

Схема опыта	Апельсин			Лимон		
	Азот почвы	Азот удобрения	% от нормы	Азот почвы	Азот удобрения	% от нормы
РКСа-фон	1655.01			1099.44		
$^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$	3385.17	1443.72	28.87	2057.73	1209.08	24.18
$\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	2722.58	1489.54	29.79	1217.67	581.65	11.63
$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	1990.17	2782.82	55.65	1128.89	1152.24	23.04
	$S_x, \%$	7.03		14.05		
	$V\%$	21.04		42.17		

6. Закрепление азота удобрения под растениями апельсина и лимона при применении различных форм азотных удобрений и ингибиторов нитрификации

На способность усвоения азота растением влияние оказывает интенсивное включение азотных удобрений в протекающие в почве физико-химические и биологические процессы. Закрепление в почве азота меченых ^{15}N аммиачной селитры и карбамида изучалось в опыте по апельсину и лимону, где испытывались ингибиторы нитрификации N-serve и АТС. Результаты эксперимента, приведенные на рисунке 8 показывают, что в опыте с апельсином азот удобрения в минеральной форме остался 11-3% от исходного количества, большая же часть представлено в виде органических соединений-87-96% от общего количества. Такая же картина получена на почвах, занятых растениями лимона, однако здесь отмечено закрепление азота удобрения в минеральной форме в большем количестве - 49-25%. Особое заметное действие ингибиторов нитрификации отмечено при внесении карбамида так, как при внесении карбамида без ингибиторов в случае обеих

культур в почве остается большое количество нитратного азота (24-60% от общего количества).

Результаты исследования влияния аммиачной селитры, меченой ^{15}N в различных группах на закрепление азота удобрения в почве приведены на рис. 9. Данные свидетельствуют, что из обнаруженного в почве общего азота удобрения - аммиачный, нитратный, органический растворимый азот и азот основного органического вещества соответственно меняется для апельсина в пределах 2-4; 23-54; 1-2; 42-72%, для лимона - 3-13; 24-48; 1; 40-68%.

По уровню трансформации азота в почве меченая ^{15}N в различных группах аммиачная селитра значительно различается друг от друга, причиной чего является известкование и особенности выноса внесенного в почву азота растениями апельсина и лимона. В почву под апельсином в минеральной форме в наименьшем количестве включилась $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ (3,6% от нормы), в случае лимона на варианте $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ - 4,1% от нормы.

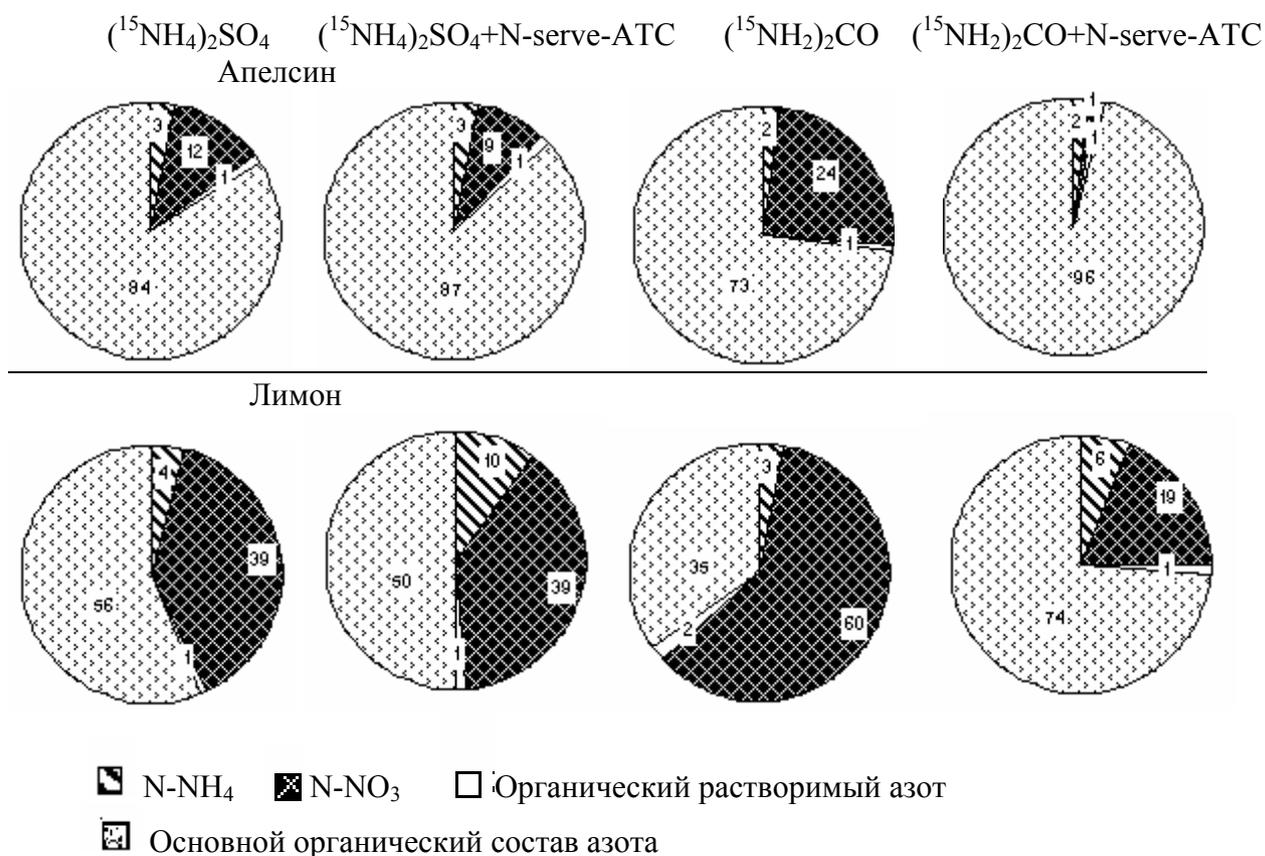


Рис. 8. Закрепление азота удобрения под растениями апельсина и лимона (% от общего азота удобрения)

7. Баланс азота в системе “почва-растение-удобрение”

Установление баланса азотных удобрений в условиях красноземных почв для отдельных видов цитрусовых культур показало (табл. 21), что коэффициент использования минеральных удобрений (сульфат аммония, натриевая селитра, хлористый аммоний) растением апельсина колеблется в пределах 41-62%. По окончании опыта в почве оказалось 9-24% от внесенного азота, непроизводительные потери в газообразной форме составили 29-45%. Показатель усвоения азота растением лимона колеблется в пре-

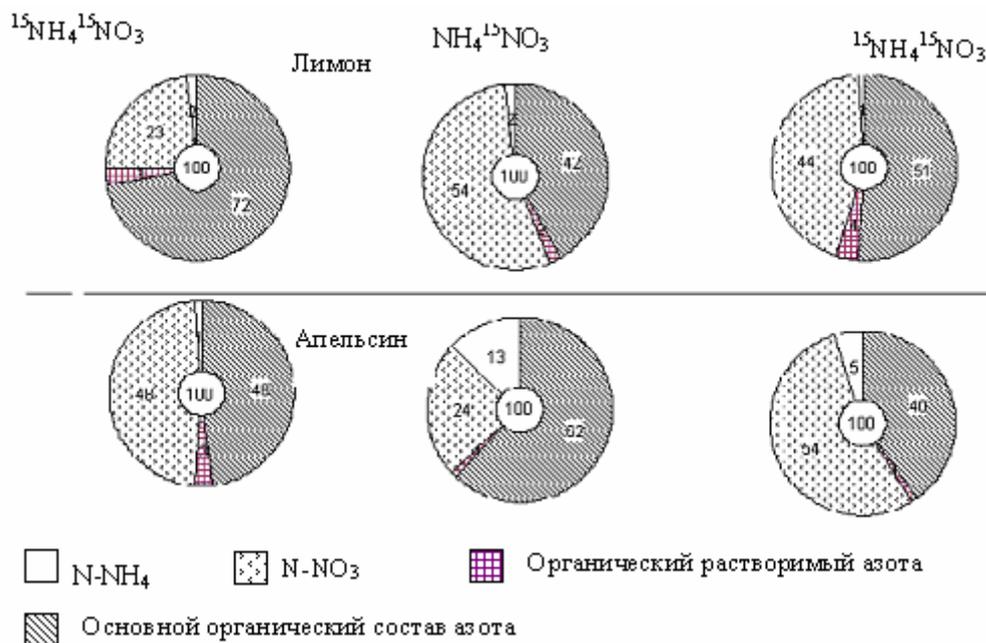


Рис. 9. Закрепление в почве под растениями лимона и апельсина азота удобрения (%от общего азота удобрения)

делах 14-25%, соответственно степень закрепления в почве составляет 20-37%, потери в виде оксидов азота - 42-64%.

Данные баланса азота удобрений при совместном применении азотных удобрений и ингибиторов нитрификации приведены на рис.10. Установлено, что ингибиторы нитрификации на 10-15% увеличивают коэффициент использования азота и 1,5-2 раза снижают потери азота.

В наших условиях коэффициент использования азота удобрения растением увели-

Таблица 21

Влияние форм азотных удобрений на баланс азота

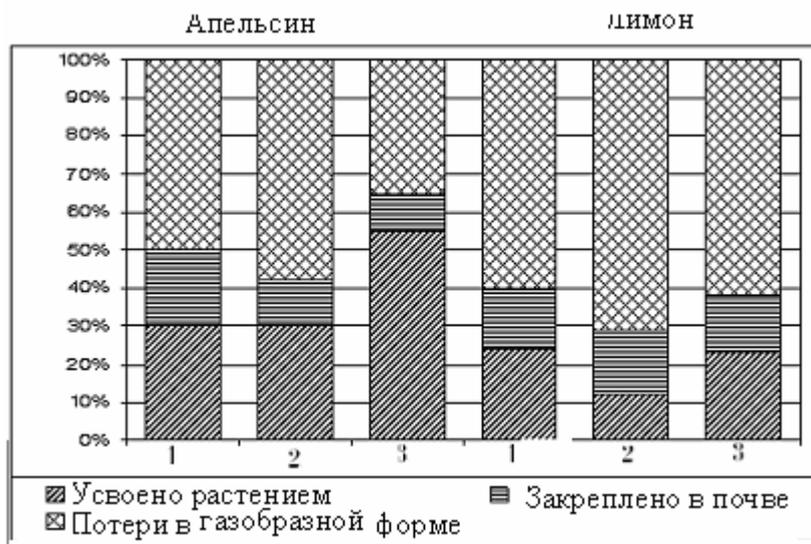
Формы азота на фоне РКСа	Внесено, мг/сосуд		Усвоено растением, мг/сосуд		Найдено в почве, мг/сосуд		Азот в системе "почва-растение", мг/сосуд		Потери азота в газообразной форме, мг/сосуд	
	мг	%	мг	%	мг	%	мг	%	мг	%
Апельсин										
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5000	100%	3102	62	446	9	3548	71	1452	29
$\text{Na}^{15}\text{NO}_3$	5000	100%	2063	41	699	14	2762	55	2238	45
$^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$	5000	100%	2198	44	1204	24	3399	68	1601	32
Лимон										
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5000	100%	1262	25	1001	20	2263	45	2737	55
$\text{Na}^{15}\text{NO}_3$	5000	100%	692	14	1105	22	1797	36	3203	64
$^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$	5000	100%	1042	21	1846	37	2888	58	2112	42



1. $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2. $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{N-serve-ATC}$ 3. $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$
 4. $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{N-serve-ATC}$

Рис. 10. Влияние форм азотных удобрений на баланс азота при применении ингибиторов нитрификации

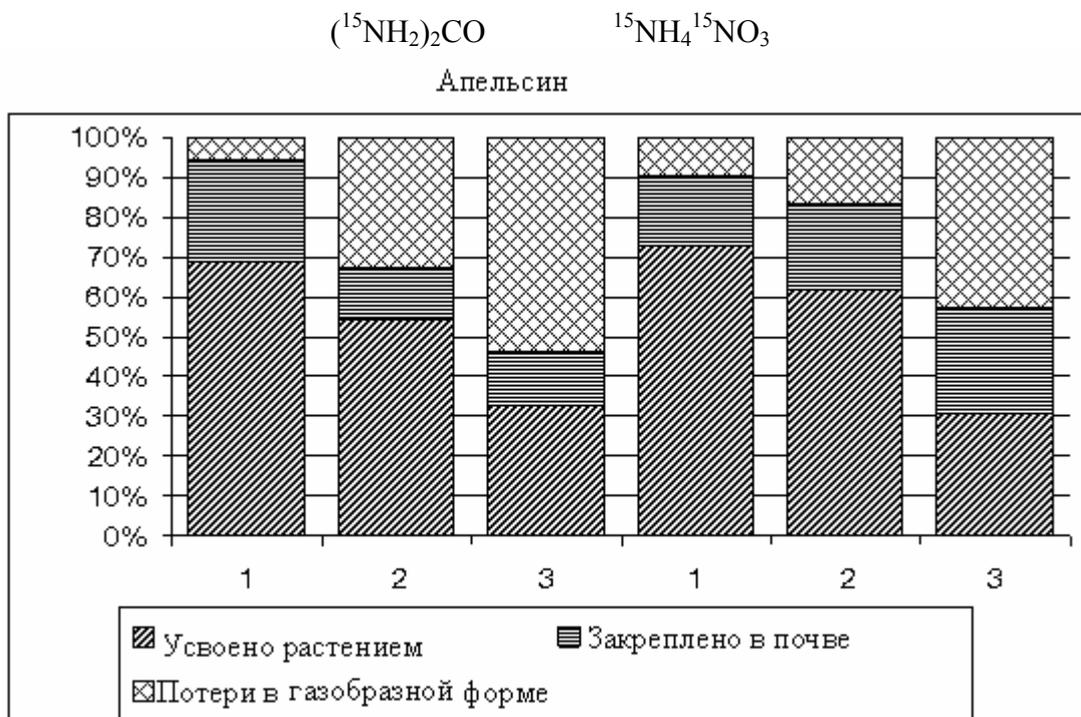
чивается на 5% только при внесении карбамида под апельсины. Значительно возрастает закрепление почвой азота удобрения - 9-10%. Газообразные потери азота удобрения на варианте применения карбамида и N-serve-ATC снижены на 14% по сравнению с вариантом применения азотных удобрений без ингибиторов. В опыте с лимоном коэффициент использования растением азота удобрения понижен на 23-25%, увеличено процентное количество закрепления в почве азота удобрения и его потери в газообразной форме



1. $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ 2. $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ 3. $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$

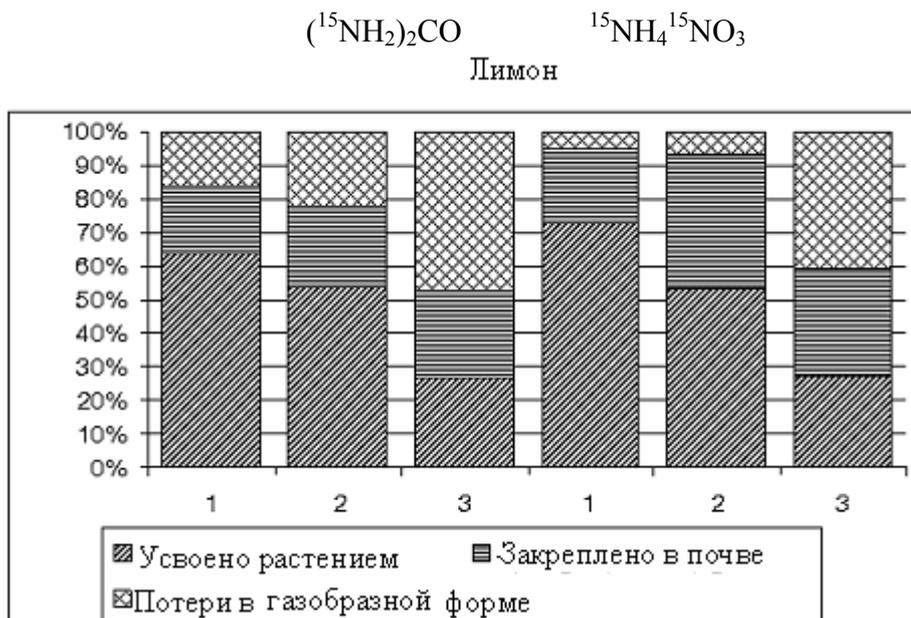
Рис. 11. Влияние меченой в различных группах аммиачной селитры на баланс азота

Из рисунка 11 видно, что коэффициент использования азота удобрения растением апельсина выше на варианте меченой ^{15}N в обеих группах аммиачной селитры и он составляет 55%, а при обогащении аммиачной селитры в отдельных группах одинаков и составляет 29%. Степень закрепления в почве азота удобрения высока на варианте



1. фон+N_{2,5} 2. фон+N_{5,0} 3. фон+N_{7,5}

Рис. 12. Влияние норм азотных удобрений на баланс азота апельсина



1. фон+N_{2,5} 2. фон+N_{5,0} 3. фон+N_{7,5}

Рис. 13. Влияние норм азотных удобрений на баланс азота лимона

$^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ -21%, максимальные потери в газообразной форме отмечены на варианте $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$. В опыте с лимоном выявлена такая же зависимость, однако здесь коэффициент использования ниже, а потери в газообразной форме – выше.

Изучение в условиях вегетационных опытов (с лимоном и апельсином) влияния форм и норм азотных удобрений при одновременном внесении всей нормы выявило закономерные изменения. Более высокие показатели получены по выносу азота растением, более низкие по закреплению в почве и по непроизводительным потерям. С повышением норм азотных удобрений снижается коэффициент использования азота удобрения для обеих культур, повышаются степень закрепления в почве и газообразные потери. В случае с лимоном сохранена та же картина, как в других балансовых показателях (рис.12-13).

В ы в о д ы

1. Интенсификация сельскохозяйственного производства во многом зависит от уровня обеспеченности растений элементами питания, что в свою очередь требует оптимизации системы удобрения с учетом уровня плодородия почв и биологических особенностей видов и сортов возделываемых растений.

2. Почвенно-климатические условия влажных субтропиков Грузии и биологические особенности цитрусовых обуславливают высокую потребность цитрусовых в усвояемый растениями азот, что обеспечивается внесением азотных удобрений.

3. Цитрусовые в зависимости от видовых особенностей неадекватно реагируют на формы азотных удобрений. Так вегетационные опыты с апельсиновым растением показали, что натриевая селитра и особенно хлористый аммоний значительно снижают прирост биомассы растений. В опыте с лимоном применение натриевой селитры заметно ограничивает развитие растений, особенно их корневую систему. Максимальную прибавку из испытанных форм обеспечивает сульфат аммония.

Установлена ведущая роль азотных удобрений в формировании как общей биомассы цитрусовых, так отдельных составных частей растений (надземная часть – корневая система). Вынос азота растениями адекватно росту их биомассы.

4. Эффективность азотных удобрений максимально проявляется на фоне обеспеченности другими минеральными элементами. Из форм азотных удобрений максимальную прибавку урожая дают аммиачная селитра и карбамид.

Влияние форм и норм азотных удобрений на вынос азота урожаем апельсина «вашигтон-навель» неравномерно. Вынос азота одной тонной урожая колеблется в пределах 688-888 кг. При высоких нормах этот показатель возрастает.

На качественные показатели плодов лимона мейера положительно влияет внесение карбамида и аммиачной селитры на одинарном агротехническом фоне фосфора и калия. Между способами внесения существенной разницы не отмечается. Внесение органических удобрений, в частности навоза на агротехническом фоне NPK в течение первых десяти лет не дает значительной прибавки урожая по сравнению с внесением только NPK. При увеличении норм NPK возрастает также эффективность органического удобрения (навоза).

При применении форм и норм азотных удобрений вынос азота с одной тонной урожая плодов мандарина составляет 7-9 кг, лимона - 11-14 кг и апельсина - 7-9 кг азота.

5. Испытанные формы и нормы азотных удобрений по-разному влияют на биологическую продуктивность растений и вынос азота.

В условиях вегетационного опыта степень использования азота удобрения в зависимости от форм колеблется для апельсина в пределах 41-62%, для лимона - 14-25%. По окончании опыта в почве обнаружено в случае апельсина – азот удобрения 9-24%, ли-

мона - 20-37%. Непроизводительные потери при применении сульфата аммония, натриевой селитры и хлористого аммония для апельсина составляет 29-45%, для лимона-42-64%.

6. Использование изотопа азота ^{15}N позволило установить, что при применении удобрений растение в первую очередь усваивает азот удобрения и снижается усвоение азота почвы. Одновременно под влиянием почвенных процессов азот удобрения закрепляется в почве в виде различных соединений.

7. Цитрусовые (апельсин, лимон) неадекватно реагируют на формы и нормы азотных удобрений. Для получения максимального эффекта необходим правильный подбор форм и оптимизация норм с учетом свойств почвы, состояния насаждений, их видового состава и сортовых особенностей.

Влияние азотных удобрений на отдельные части надземной массы и корневой системы проявляется с различной интенсивностью. Разница проявляется как между отдельными видами, так и в зависимости от уровня обеспеченности элементом.

С повышением уровня обеспеченности снижается степень усвоения растением азота почвы и формирование растительной массы происходит в основном за счет азота удобрения.

Включения “экстра азота” в усвоенных растительной массой азот максимально при применении низких норм. С возрастом норм повышается доля азота удобрения.

Усвоение азота снижается параллельно с увеличением норм, количество усвоенного азота колеблется в зависимости от видовых особенностей и форм применяемых удобрений.

8. Данные вегетационного опыта наглядно свидетельствуют о нерациональности применения необоснованно высоких норм азота, что увеличивает непроизводительные потери и не оправдано с экологической и хозяйственной точек зрения.

В опыте с апельсином коэффициент использования азота карбамида и аммиачной селитры составляет 69-73%, с увеличением норм он снижается до 33-34%. В случае лимона этот показатель равняется 64-73%, с повышением нормы он снижается до 26-27%. С увеличением норм увеличиваются также непроизводительные потери азота в газообразной форме.

9. Накопление нитратов в листьях апельсина вашингтон-навель не находится в прямой зависимости от форм и норм азотных удобрений. Максимальное количество нитратов в молодых листьях отмечается в июле, в старых листьях-в июне, в дальнейшем идет снижение содержания нитратов.

10. Средний урожай апельсина вашингтон-навель в пределах 9-14 кг/дер. обуславливается следующим химическим составом молодых листьев: N -2,8-3,3; P_2O_5 - 0,32-0,33; K_2O -2,57-2,85; CaO -2,42-2,45; MgO -0,139; MnO -0,0020-0,0024%, а средний урожай лимона мейер –приблизительно 6 кг/дер.- N -2,50-2,94; P_2O_5 -0,38-0,41; K_2O -1,31-1,42; CaO -2,29-2,43; MgO -0,175-0,179; MnO -0,0020-0,0022%.

11. При сравнении эффективности норм сульфата аммония и аммиачной селитры в садах апельсина вашингтон-навель выявлен стабильный эффект от внесений N_{150} г/дер., при этом отмеченная норма для сульфата аммония является пороговым, для аммиачной селитры же в отдельные годы эффективны более высокие нормы.

При испытании различных форм азотных удобрений выявлено преимущество менее кислых и щелочных форм- аммиачной селитры, карбамида и натриевой селитры в одной агротехнической норме (N_{150} г/дер.).

12. Внесение в почву повышенных норм азотных удобрений приводит к увеличению в плодах апельсина и лимона доли мякоты и выхода сока.

Плоды апельсина вашингтон-навель наилучшими механическими показателями характеризуются при внесении аммиачной селитры, карбамида и натриевой селитры.

Аммиачная селитра и сульфат аммония на фоне РКСаMg оказывают положительное влияние на качественные показатели плодов апельсина. Из норм азотных удобрений положительным влиянием на качественные показатели характеризуется норма N_{150} г/дер.

Выход эфирных масел из кожуры плодов апельсина достигает максимума при внесении сульфата аммония в норме N_{300} г/дер, аммиачной селитры - N_{150} г/дер.

13. Влияние норм азотных удобрений на содержание общего азота в мякоти и кожуре апельсина вашингтон-навель на превышает 1%: для сульфата аммония в мякоти оно в пределах 0,6-0,9%, в кожуре -0,5-0,8%, для аммиачной селитры соответственно 0,6-0,96% и 0,55-0,76. Между другими формами азотных удобрений в этом отношении существенной разницы не отмечается.

Содержание нитратов в соке плодов апельсина вашингтон-навель под влиянием форм и норм азотных удобрений в пределах допустимой (50мг/кг) нормы.

Влияние аммиачной селитры и карбамида на содержание общего азота в мякоти и кожуре плодов лимона мейер значительно и в среднем составляет в мякоти 1,5%, в кожуре- 1,03%.

14. В садах мандарина уншиу на фоне одинарных норм фосфора и калия выявлен эффект нормы карбамида N_{250} г/дер.- урожай составил 26 кг/дер., плоды характеризуются высокими химическими показателями. Такой же урожай получен при внесении одинарной нормы аммиачной селитры. Увеличение норм фосфора и калия не дает положительного эффекта. Исходя из вышесказанного, в мандариновых садах следует применять одинарную норму азота, что в некоторой степени снизит степень загрязнения почвы.

Формы и способы внесения азотных удобрений на вынос азота урожаем мандарина уншиу влияния не оказывают, при увеличении же норм проявляется тенденция повышения выноса азота за счет увеличения содержания в плодах общего азота.

15. Накопление азота в растениях цитрусовых происходит преимущественно из аммиачного источника, что более ярко выражено в растениях лимона. Из усвоенного растением цитрусовых общего азота на листья и всасывающие корни приходится 47-65%, на остальные части растения - 1-2-х и 3-4-летние ветки, проводящие и осевые корни- 35-53%.

Длительное применение в насаждениях апельсина и лимона физиологически кислых удобрений процесс нитрификации в красноземных почвах снижает до такой степени, что эффект от применения ингибитора N-serve-АТС незначителен. Применение ингибиторов нитрификации в насаждениях апельсина на фоне менее кислых удобрений на 14% снижает потери азота.

16. С повышением нормы сульфата аммония в занятых насаждениями апельсина красноземных почвах снижается содержание фосфора в связи с его интенсивным выносом, повышается гидролизуемый азот и гидролитическая кислотность. Содержание общего азота и гумуса сравнительно высоко на фоне внесения двойных норм сульфата аммония и аммиачной селитры.

Возрастание содержания общего азота и гумуса в красноземных почвах более заметно на вариантах внесения сульфата аммония, монтанселитры и карбамида. С внесением монтанселитры и карбамида повышается содержание подвижного фосфора и кальция, на этих вариантах также высок уровень обеспеченности магнием.

17. При внесении высоких норм азота в занятые насаждениями лимона желтоземные почвы возрастание содержания гумуса не отмечается. Положительный эффект внесения двойных норм азота отмечен на фоне навоза, а на содержание общего азота значительное влияние оказывает единовременное внесение карбамида.

При повышении нормы карбамида в 0-15см слое незначительно возрастает содержание гидролизуемого азота, подвижных соединений фосфора, кальция, магния и калия, содержание же общего азота, общий гумус, рН и формы кислотности остаются неизменными.

18. Формы и нормы азотных удобрений и соотношение NPK на фоне торфа незначительно влияют на агрохимические показатели желтоземных почв, занятых насаждениями мандарина. При внесении органических и минеральных удобрений отмечается незначительное возрастание содержания гумуса. Содержание общего азота по

сравнению с фоном повышено на 0.12%, при внесении обеих форм азотного удобрения по сравнению с индексом повышено содержание подвижных форм фосфора, калия и магния, реакция среды нейтральная.

19. Высокий урожай апельсина вашингтон-навель получен на вариантах, где испытывались формы испанских препаратов Аминоль-форте и Нумифорте -N6. Резкого изменения качественных показателей плодов под влиянием испытанных препаратов не отмечено.

20. Внесение модифицированных карбамидом цеолитов под citrusовые положительно влияет на продуктивность растение лимона, усвоение им азота почвы и удобрения, на апельсиновых растениях такая закономерность не отмечена.

21. Единовременное внесение нормы аммиачной селитры на фоне фосфора и калия обеспечивает максимальную урожайность апельсина и лимона. При применении карбамида более эффективно дробное внесение нормы.

При единовременном внесении нормы азота растения предпочтительно усваивают азот удобрения. При дробном внесении основная масса усвоенного азота приходится на азот почвы, максимум усвоенного азота приходится на надземную часть.

Высокая вероятность сокращения запаса почвенного азота при дробном внесении азотных удобрений с одной стороны и необходимость обеспечения высокой продуктивности растений с другой определяет необходимость систематического мониторинга на плодородие почвы.

22. Интенсивность усвоения растениями азота удобрения зависит от формы применяемого удобрения, сроков внесения, видовых и сортовых особенностей растений.

Кэффициент усвоения азота удобрения у растений апельсина колеблется в пределах 77-53%, у лимона - 78-43%.

Рекомендации производству

Результаты изучения особенностей азотного питания citrusовых (апельсин, мандарин, лимон) показывают, что рекомендованные нормы азотных удобрений избыточны и снижение норм с целью получения экологически чистой продукции с сохранением высокой продуктивности вполне достижимо. Для реализации отмеченного:

— 15-16- летних насаждениях мандарина уншиу на фоне фосфор-калийных удобрений достаточно внесение карбамида N_{250} г/дер., что обеспечит получение урожая 26-27 кг/дер.

— для 20-21- летних насаждений апельсина вашингтон-навель целесообразно внесение азотных удобрений в норме N_{150} г/дер. Предпочтение следует отдавать физиологически менее кислым или щелочным формам азотных удобрений, таких как аммиачная селитра, карбамид и натриевая селитра.

— для 14-15 летних растений лимона мейер при оптимальном соотношении фосфора и калия рекомендуется внесение аммиачной селитры или карбамида в норме 150г/дер., что обеспечивает получение урожая 6-8кг/дер.

Для снижения непроизводительных потерь азота необходим подбор форм и норм азотных удобрений с учетом видовых и сортовых особенностей citrusовых.

Основные содержания диссертации изложены в следующих научных трудах

1. Ломинадзе Ш. Д.-Диагностика азотного питания апельсина. Повышение эффективности удобрений на основе почвенно-ростительной диагностики. Бюллетень Почвенного института В. В. Докучаева 1987, Выпуск XLIV, с. 54.
2. Цанава Н. Г., Цирекидзе М. А., Ломинадзе Ш. Д.- Применение азотных удобрений под цитрусовых насаждения. Сборник научных трудов ВНПОЧСК, Махарадзе-Анасеули, 1987, с.228-252.
3. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш.Д.,Касторнова Е.Д.,Долидзе З.В.-Моделирование азотного питания цитрусовые в условиях Западной Грузии (сообщение 1) // “Агрохимия”, № 3,1987 , с. 14-18.
- 4.Цанава В.П. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш.Д., Цирекидзе М.А.-Научные основы применения доз и форм азотных удобрений под молодые апельсины и лимоны. //”Субтропические культуры ” № 2, 1989, с. 63-68.
5. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш. Д., Касторнова Е. Н.-Моделирование азотного питания лимонов в условиях Западной Грузии. //“Агрохимия “М. № 3,1989,с. 9-14.
6. Ломинадзе Ш. Д., Месхидзе А.М., Шкодрин А.А.-Результаты испытания цеолита модифицированной мочевиной под лимонами и апельсинами. //“Субтропические культуры ” №3 1989, с. 59-63.
7. Ломинадзе Ш. Д., Цанава Е.А., -Изучение вопросов превращения разных форм и доз азотных удобрений в подах и листьях в растении лимона. Научно-практической конференции молодых учённых и специалистов. Цхалтубо.1989, с.21-22.
8. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш. Д.-Изучение азотного питания цитрусовых в условиях вегетационного опыта. Сб. научных трудов “Микроорганизмы и плодородие некоторых типов почв субтропической зоны Грузии” . Озургети-Анасеули, 1989, с.110-129.
- 9.Багатурия Н.Ш. Бзиява Р.М. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш. Д.-Влияние минерального питания на урожай, качеств и состав эффективных масель плодов лимонов и апельсинов. //“ Субтропические культуры ” №2, 1990, с.70-81.
10. Цанава Н.Г., Ломинадзе Ш. Д.- Влияние минеральных удобрений на химический состав листьев апельсина Вашингтон-навелль и лимон мейер //“Субтропические культуры ” №3, 1990, с.76-83.
11. Ломинадзе Ш. Д., Месхидзе А.М.- Влияние различных форм, доз и способов применения азотных удобрений и соотношения N:P:K на агрохимических показателей оподзоленной жёлтоземной почвы под культурой лимона //“ Субтропические культуры ” №6, 1990, с.55-56.
12. Ломинадзе Ш. Д., Месхидзе А.М.- Изменение агрохимических показателей красноземной почвы под культурой апельсина //“ Субтропические культуры ” №1-2, 1991, с. 112-118.
- 13.Ломинадзе Ш.Д. Есадзе Н.Г.-Влияние форм и доз азотных удобрений на биохимических показателей и механический состав плодов апельсинаю. Республиканская Научно-методическая конференция молодых ученых и специалистов “Наука к селу”. Тбилиси, 1992, с.34-35.
14. Ломинадзе Ш.Д., Цанава В.П.-Эффективность форм и норм азотных удобрений в апельсиновых садах. //“Субтропические Культуры”,№1-2, 1994, с. 83-90.
15. Ломинадзе Ш.Д., Цанава В.П.-Оптимизация азотного питания лимона. //“Субтропические Культуры” №1-2, 1994, с. 99-105.
16. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д.- Влияние азотных удобрений на продуктивность цитрусовых и баланс азота (сообщение I) . //“Субтропические Культуры” №1-2, 2000, с. 118-124.
17. Ломинадзе Ш.Д – Влияние различных форм Испанских препаратов на урожайность и некоторых биохимических показателей плодов Вашингтон-навелль.Сборник трудов “Проблемы аграрной науки”, Тбилиси-Батуми, т. 10, 2000,с.215-220.

18. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д.-Влияние азотных удобрений на продуктивность цитрусовых и баланс азота (сообщение II) . //“Субтропические Культуры” №1-2, 2001, с. 108-122.
19. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д., Цанава Е. А.-Влияние азотных удобрений на продуктивность цитрусовых и баланс азота (сообщение III) . //“Субтропические Культуры” №1-2, 2002, с. 83-98.
20. Ломинадзе Ш.Д., Леонидзе Г.Дж.-Закрепление в почве азота при внесении различных норм и форм азотных удобрений в апельсиновых насаждениях. Вестник Батумского Ботанического сада (Моамбе) №32, 2003, с.100-117.
21. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д.-Влияние одноразового и дробного внесения азотных удобрений на продуктивность и на усвоение азота цитрусовыми. //“Субтропические Культуры” №1-2, 2004, с.126-137.
22. Ломинадзе Ш.Д.- Эффективность различных норм и форм азотных удобрений в саду мандарина уншиу. //“Субтропические Культуры” №1-2, 2004, с148-152.
23. Ломинадзе Ш.Д., Леонидзе Г. Дж.-Использование азота удобрений лимонами при внесении доз и форм азотных удобрений, //“Известия аграрной науки” т. 3, №1, Тбилиси, 2005, с.61-68.
24. Ломинадзе Ш.Д., Цанава В. П.-Влияние азотных удобрений на интенсивность усвоения азота цитрусовыми растениями. //“Субтропические Культуры” №1-2, 2005.
25. Ломинадзе Ш.Д., Долидзе Р.Г.-Влияние форм и норм азотных удобрений на показатели механического состава плодов апельсина Вашингтон-навель. Сборник трудов Батумского государственного университета. 2006.
26. Ломинадзе Ш.Д., Долидзе Р.Г.-Влияние способов внесения форм и норм азотных удобрений на качественные показатели лимона меиер. Сборник научных трудов Батумского института аграрной биотехнологии и бизнеса. Батуми,2006. с. 65-70.
27. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д., Цанава Е. А.- Динамика усвоения азота растениями апельсина и лимона. //“Аграрная наука” № 6 2006, с.22-24.
28. Цанава В.П., Ломинадзе Ш.Д., Цанава Е. А.-Закрепление азота в почве при внесении доз и форм азотных удобрений (опит с лимоном). //“Аграрная наука” № 8, 2006, с.

Основные содержания диссертации изложены в тезиси докладов

1. Ломинадзе Ш.Д.-влияние форм азотных удобрений состав лимонов и апельсинов. Тезисы всесоюзная конференция молодых учёных и специалистов махарадзе-анасеули. 1985, 75с.
2. Ломинадзе Ш.Д., Цанава Н.Г.– К вопросу об азотном питании апельсин и лимон. Тезисы всесоюзная научно-техническая конференция по теме научно-технический прогресс в цитрусоводческом агромишленном комплексе. Батуми.1985, 118-120с.
3. Ломинадзе Ш.Д.-Применение азотных удобрений под апельсины и лимоны. Тезисы всесоюзная конференция молодых учённых и специалистов. Махарадзе-Анасеули, 1987, с 95-96.
4. Ломинадзе Ш.Д., Цанава В.П.- Оптимизация азотного питания лимона. Тезисы республиканской конференции по актуальным проблемам агроэкологии. Тбилиси, т.2, 1998, 96 с.
5. Ломинадзе Ш.Д., Цанава В.П.-Эффективность форм и норм азотных удобрений в апельсиновом саду. Тезисы республиканской конференции по актуальным агроэкологии. Тбилиси, т.2, 1998. 97 с.