

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**САХАЛИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

УТВЕРЖДАЮ

Директор Сахалинского
НИИСХ, канд. техн. наук,
доцент

_____ В.И.Гуревич

" ____ " ноября 2011 г.

ОТЧЕТ

**ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВЕННЫХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ
ОБРАЗЦОВ, ОТОБРАННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ САДОВОГО
НЕКОММЕРЧЕСКОГО ТОВАРИЩЕСТВА "СТРОИТЕЛЬ", ДЛЯ
ВЫЯВЛЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРНЫЙ
ВОЗДУХ С ЗАВОДА СПГ/ТОН КОМПАНИИ "САХАЛИН ЭНЕРДЖИ
ИНВЕСТМЕНТ КОМПАНИ ЛТД". НА ПОЧВУ И ПЛОДООВОЩНУЮ
ПРОДУКЦИЮ"**

Ответственный исполнитель –
ведущий науч. сотр. группы
земледелия СахНИИСХ, канд. с.-х. наук

Л. В. Самутенко

Южно-Сахалинск 2011

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные положения	3
2. Введение	4
3. Обоснование исследований	6
3.1 Климат южной части Сахалина.....	10
3.2 Характеристика почвы района размещения садоводческого товарищества "Строитель"	11
3.3 Местоположение садоводческого товарищества "Строитель" и загрязнение воздушной среды в этом районе	11
3.4 Методика отбора образцов и проведения химических анализов	12
3.4.1 Отбор почвенных образцов.....	12
3.4.2 Отбор образцов овощей и плодово-ягодной продукции	13
3.4.3 Перечень документов, устанавливающих нормативы на качественный состав плодоовощной продукции и почвы и определение содержания загрязнителей.....	13
3.4.4 Описание методов определения химического состава почвы и растений.....	15
4. Результаты исследований	22
4.1 Изменения химического состава почвы участков садоводческого товарищества "Строитель" под воздействием выбросов в атмосферный воздух завода СПГ/ТОН.....	22
4.2 Воздействие выбросов в атмосферный воздух завода СПГ/ТОН на химический состав плодоовощной продукции, выращиваемой в садоводческом товариществе "Строитель"	26
Общие выводы и заключение	32
Список используемых источников	35
Список приложений	38

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На основании договора № 2а от 01 июня 2011 года Заказчик поручает, а Исполнитель проводит научно-исследовательскую работу по выявлению воздействия выбросов в атмосферный воздух с завода СПГ/ТОН компании "Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд." на почву и плодоовощную продукцию, выращиваемую на территории садового некоммерческого товарищества "Строитель" (п. Пригородное).

Заказчик: региональная общественная организация "Экологическая вахта Сахалина"

Адрес заказчика: 693020, г. Южно-Сахалинск, ул. Дзержинского д.34, оф.18, тел./факс 46-16-37. E-mail: watch@sakhalin.in

Исполнитель: государственное научное учреждение "Сахалинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства"

Местонахождение Исполнителя: 693022, г. Южно-Сахалинск, пл.р. Новоалександровск, пер. Горького, 22, тел/факс 796-383, 796-462.
E-mail: sakhnii_sakhalin@mail.ru

Объект исследований: почва; плодоовощная продукция, выращиваемая на территориях садовых товариществ "Строитель" (п. Пригородное Корсаковского района).

Период исследований: 01 июня – 30 ноября 2011 г.

Сроки проведения отбора образцов: 9 июня – 15 сентября 2011 г.

Дата завершения оценки: 30 ноября 2011 г.

2. ВВЕДЕНИЕ

В представляемом отчете приведены результаты исследований по выявлению воздействия выбросов в атмосферный воздух с завода СПГ/ТОН компании "Сахалин Энерджи" на почву и плодоовощную продукцию, выращиваемую в садовом товариществе "Строитель" в п. Пригородное.

Необходимость проведения оценки воздействия атмосферных выбросов на накопление почвой и растительной продукцией элементов и соединений, характеризующихся негативным влиянием на здоровье людей и животных, обусловлена обеспокоенностью и многочисленными жалобами членов товарищества "Строитель".

Суть жалоб сводится к следующему:

- с началом эксплуатации завода СПГ/ТОН (июль 2008 г.) ухудшилась экологическая обстановка в дачном поселке. Регулярно происходят выбросы в воздух высокого столба пламени на факеле и насыщенного шлейфа черного дыма, идет постоянный гул со стороны завода, что оказывает шумовое воздействие на людей, периодически появляется желтый и черный масляные налеты на пленке парников и теплиц, окнах домов, на поверхности воды в бочках для полива. Отмечено слабое плодоношение плодовых культур и кустарников (смородина, крыжовник), а на некоторых участках отсутствие такового.

Люди встревожены тем, что за короткий период в садовом товариществе ушло из жизни несколько человек в связи с онкологическими заболеваниями. Они опасаются потреблять выращенную на своих участках продукцию, находиться длительное время в районе дачного массива.

В связи с этим, садоводами совместно с РОО "Экологическая вахта Сахалина" было принято решение о проведении химического обследования (ограниченного в силу возможностей) почвы и растительного материала по ряду показателей.

Цель исследования: определение наличия либо отсутствия негативного воздействия выбросов в атмосферный воздух с завода СПГ/ТОН компании "Сахалин Энерджи" в п. Пригородное (далее – завод СПГ/ТОН) на почву и качественный состав растительной продукции, выращенной в садовом товариществе "Строитель".

Объектами исследований являются: почва, овощная и плодово-ягодная продукция, выращиваемая на дачных участках садоводческого товарищества "Строитель".

Предметом исследований является: влияние выбросов в атмосферу с завода СПГ/ТОН на химический состав почвы и растений.

Задачи исследований:

- провести химический анализ почвенных и растительных образцов для установления в них уровня накопления оксида азота, диоксида азота, серы, бенз(а)пирена под воздействием атмосферных выбросов с завода СПГ/ТОН;
- установить в качестве индикатора, по которому будет отслежено изменение химического материала, содержание в почве и растительной продукции нитратного, нитритного азота, серы, бенз(а)пирена;
- использовать общепринятую методику сбора информации (параметры отбора образцов, методы анализа, соответствующие ГОСТ и методическим указаниям);
- провести сравнительный анализ и оценку полученной информации в соответствии с эколого-санитарно-гигиеническими требованиями – установленными предельно допустимыми концентрациями (ПДК), ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК), максимально допустимыми уровнями (МДУ), классами опасности.

3. ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

Загрязнение атмосферы и почвы обусловлено, в основном, масштабными выбросами вредных веществ промышленного, энергетического, транспортного комплекса, увеличением химизации сельского хозяйства. Определенную долю вносят и естественные процессы, происходящие в почвенном покрове, хотя их составляющая несравнимо меньше.

В списке загрязняющих воздух веществ числятся твердые частицы (асбест, сажа), взвеси углеводородов, серной кислоты, оксиды углерода, азота, серы. Эти загрязнители оказывают прямое биологическое воздействие на организм человека и другие живые объекты, а также физико-химическое – на объекты неживой природы [1].

Под влиянием аэральных выбросов происходит загрязнение почвы. Она активно аккумулирует из воздуха загрязняющие вещества, обладая ограниченной способностью к самоочищению, в отличие от поверхностной воды и атмосферного воздуха. Накопление токсических веществ в почве приводит не только к деградации почвенного покрова и образованию "техногенной пустыни", но и к нарастанию экологически опасных последствий, создающих угрозы человеку [1,2,3,4].

Действующая ныне система контроля за состоянием почв основана на оценке агрохимических, микробиологических и общебиологических показателей, а также на системе ПДК отдельных веществ [4].

Поскольку наши исследования ограничены наблюдениями только за четырьмя загрязняющими веществами, приводим небольшую характеристику их воздействия.

Нитраты и нитриты - оксиды азота $N-NO_3$ и $N-NO_2$ – наиважнейшего элемента питания растений. Концентрация нитритов в почве для них нетоксична. Напротив, достаточное количество нитритов обеспечивает активный рост и развитие растений, регулирует биохимические процессы и, в конечном итоге, способствует росту урожаев культур. Однако для человеческого организма намного более опасными считаются нитраты: по разным источникам – в 20-30 раз.

Нитраты в высоких дозах у человека и животных могут вызвать отравление и даже привести к смерти. Токсическое действие нитратов связано с восстановлением их до нитритов, аммиака, гидроксиламина под влиянием микрофлоры пищеварительного тракта и тканевых ферментов. При поступлении в организм человека высоких доз нитратов через 4-6 часов появляются признаки

отравления. Употребление в течение длительного времени воды и продуктов с высоким содержанием нитратов может вызвать аллергию, нарушение деятельности щитовидной железы, приводит к нарушению обмена веществ, болезням опорно-двигательного аппарата и нервной системы.

Токсическое действие нитратов на организм вызвано тем, что они, восстанавливаясь до нитритов, попадают в кровь и окисляют двухвалентное железо гемоглобина в трехвалентное. Образующийся при этом метгемоглобин не способен переносить кислород к тканям и органам (метгемоглобинемия), в результате чего может наблюдаться удушье [5,6].

Наибольшая опасность повышенного содержания нитратов в организме заключается в способности нитрит-иона участвовать в образовании нитрозоамидов и нитрозоаминов, обладающих канцерогенным и мутагенным действием, нарушающих хромосомный аппарат и вызывающих наследственные уродства [1,5,7].

Больше всего нитратов в организм человека поступает с овощами и картофелем. Способность к накоплению нитратов у разных растений существенно отличается. Максимум свойственен шпинату. Много нитратов накапливают свекла, баклажаны, репа, укроп; немного меньше – капуста, салат, петрушка, морковь. Картофель, томаты, огурцы, горох умеренно аккумулируют эти соединения, а фрукты, ягоды и злаки – слабо. Из фруктов бананы и клубника (земляника садовая) оказались относительно "нитратофилами".

Не только разные растения, но и отдельные части растения обладают различной способностью накапливать нитраты. В стебле укропа концентрация нитратов гораздо выше, чем в мелких веточках, в верхних листьях капустного кочана – в два раза больше, чем во внутренних. Капустная кочерыжка, сердцевина моркови, кончики свеклы, редиса, поверхностные слои картофеля и огурцов – места наибольшего содержания нитратов. В связи с этим, в 1988 году были разработаны предельно допустимые концентрации (ПДК) нитратов для сельскохозяйственной продукции.

Агробиологи насчитывают около 30-40 факторов, влияющих на накопление нитратов в растениях, основным из которых является чрезмерное внесение азотсодержащих удобрений [6].

Сжигание природного газа (во всех видах применения) дает примерно 20% общего объема выбросов окислов азота. Исходя из данных [1] примерно 90% приходится на оксид азота (NO) и 10% на диоксид азота (NO₂), считающийся более опасным соединением. Диоксид азота воздействует на обоняние,

ослабляет ночное зрение, вызывает заболевание дыхательных путей. Статистический анализ, хотя и несколько сомнительный, по мнению авторов [1], показал, что в районах с большим содержанием диоксида азота в воздухе наблюдается более высокая смертность от сердечных заболеваний и рака [1, 8].

Что касается воздействия диоксида азота на почву и растения, то оно возможно через образование кислых осадков. Усиление негативного влияния этого соединения отмечено в присутствии других загрязнителей, к которым, прежде всего, относятся озон и диоксид серы.

Сера – является жизненно важным элементом для растений. В почвах преобладающее количество серы находится в резервной форме, то есть практически недоступно растениям [9]. Наиболее доступная сульфатная форма составляет не более 10-25% от общего содержания серы. В почвах сера представлена органическими и неорганическими соединениями. Общее ее количество колеблется от 2 до 350 мг в 100 г почвы и зависит от уровня плодородия [7]. Наиболее богаты серой глины. Основные ее поступления в почву происходят с пылью и кислыми дождями. Установлено, что в промышленных районах до 60% почвенной кислотности определяется образованием в атмосфере серной кислоты. Часть серы, поступившей в почву из атмосферы, закрепляется в подстилке (дерн, листья, корни), часть мигрирует вниз по профилю.

Потери серы из почвы происходят в результате микробиологического восстановления сульфатов до летучих газообразных соединений типа сероводорода, дисульфида углерода. Элементарная сера появляется в почве как промежуточный продукт окисления сульфидов железа или поступает с химическими загрязнителями.

В растениях содержится (в зависимости от биологических особенностей культуры) от 0,07 до 0,56 % серы [7]. Они избирательно поглощают серу в соответствии с физиологическими потребностями; при долговременном воздействии даже низких концентраций SO_2 содержание элемента в тканях растений может возрасти в 2-2,5 раза по сравнению с фоновым уровнем.

Воздействие выбросов сернистого газа на биосферу с последующим подкислением водоемов, почвенного и растительного покровов выражается в ожогах листьев, поражениях хвои, отражается на здоровье людей. Косвенное воздействие проявляется в изменении метаболических процессов в почве и соответствующего изменения характера питания растений, образовании токсических соединений алюминия, тяжелых металлов, увеличении кислотности [1,5].

При наблюдении за реакцией людей на воздействие серы (концентрация 4-5 мг/м³) были отмечены жалобы на жжение в глазах, слезотечение и светобоязнь; быстрая утомляемость, повышенная раздражительность, головные боли, болевые ощущения в области сердца, артериальная гипотония, лейкоцитоз и моноцитоз, повышенная заболеваемость верхних дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта и др. [10]. Автором обозначена предельно допустимая концентрация, равная 2 мг/м³ для помещений и закрытых пространств. Для растений регламенты не установлены.

Исследователи [1] считают, что нет достаточного количества данных для отнесения диоксида серы к канцерогенам. Однако они приводят сведения о том, что в присутствии бенз(а)пирена диоксид серы увеличивает частоту появления раковых опухолей, а большинство исследователей подчеркивает усиление ее негативного влияния на природные объекты в совокупности с NO₂.

Бенз(а)пирен. Среди органических веществ, загрязняющих атмосферу, почву и природные воды, особое место занимают полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Они прочно вошли в международный список самых вредных загрязнителей окружающей среды [11]. Эти соединения относятся к супер-экоотоксикантам первого класса опасности, поскольку многие из них обладают канцерогенными и мутагенными свойствами и способны к накоплению в природных объектах.

Бенз(а)пирен чрезвычайно опасен для человека даже при сверхмалой концентрации, поскольку обладает свойством накапливаться в организме до критических концентраций (биоаккумуляция).

К антропогенным источникам бенз(а)пирена относят промышленные предприятия, ТЭЦ, отопительные системы и транспорт. Одним из широко распространенных источников бенз(а)пирена является процесс горения всех видов горючих материалов. Бенз(а)пирен присутствует в дымовых газах, копоти и саже. Он может образовываться не только при горении, но и в результате протекания процессов полимеризации относительно простых по структуре осколков молекул, которые образуются из исходного топлива вследствие действия высоких температур при неблагоприятных условиях горения.

Содержание бенз(а)пирена в нефти различных месторождений колеблется от 500 до 3500 мг/кг [11]. Глобальная эмиссия 3,4- бенз(а)пирена составляет ≈ 5000 тонн в год [12]. В почве бенз(а)пирен в основном сосредоточен в приповерхностном слое; в нижних горизонтах он не обнаружен [13].

В молекулярно-дисперсном состоянии бенз(а)пирен может находиться лишь в ничтожно малых количествах. В воздухе он преимущественно связан с твердыми частицами атмосферной пыли и сажи, при выпадении которых бенз(а)пирен попадает в почву, растения, воду.

ПАУ относятся к загрязняющим веществам, оказывающим специфическое канцерогенное действие на организм человека, приводящее к возникновению определенных заболеваний. Наряду с общетоксическим воздействием, ПАУ негативно влияют на репродуктивную функцию, способствуют возникновению злокачественных образований, нарушению аппарата наследственности [5].

При наличии большого материала, характеризующего воздействие на окружающую среду отдельных загрязнителей, основная масса исследователей [4, 14, 15, 16] пришла к заключению о суммарной оценке канцерогенной и мутагенной активности загрязнителей. Это связано с тем, что в природных объектах (воде, почве, воздухе) отдельные химические соединения, влияя друг на друга, иногда усиливают (примеры действия суммы диоксидов азота и серы, ацетона и фенола, диоксида серы и фенола, диоксида азота и формальдегида, диоксида серы и сероводорода, циклогексана и бензола и др.), а иногда уменьшают степень влияния [1, 5, 17].

3.1. Климат южной части Сахалина

Климат юга Сахалина, где расположено наблюдаемое садоводческое товарищество, носит муссонный характер. Его особенности заключаются в смещении осадков на вторую половину лета и начало осени, наличии постоянно дующих ветров, высокой относительной влажности воздуха (86-92% летом), значительной амплитудой колебаний среднесуточных температур. Территория по агроклиматическому районированию относится к умеренно теплой зоне. Безморозный период в Корсаковском районе длится 145-160 дней. По влагообеспеченности район характеризуется как влажный – ГТК (гидротермический коэффициент) равен 1,6 – 2,0.

В среднем за год здесь выпадает 840 мм осадков. Сумма осадков за вегетационный период составляет 300-340 мм. Достаточно часто в июне и первой половине июля наблюдаются засушливые периоды.

Продолжительность солнечного сияния в мае и сентябре равна 150 и 162, в июле-августе 142 часам. При облачной пасмурной погоде она сокращается на 72-93 часа. Часты туманы (в Корсакове 37 дней).

Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет 130-150 дней. Высота снежного покрова в районе г. Корсакова в среднем равна 40 см [18,19].

3.2. Характеристика почвы района размещения СНТ "Строитель"

Территория садоводческого товарищества "Строитель" расположена в южной буро-дерновой почвенной подзоне. Эти почвы по своему генезису относятся к бурым лесным. Они формировались под вторичными березово-лиственными и хвойными лесами с хорошо развитым травяным покровом; занимают высокие надпойменные террасы рек, шлейфы гор. Морфологически бурые лесные почвы характеризуются малой мощностью и слабой дифференциацией почвенного профиля на генетические горизонты, сравнительно однотонным (за исключением гумусового горизонта) окрашиванием почвенного профиля в бурый цвет. Содержание гумуса высокое – 4,22 - 7,70%.

В почвах Сахалина, в том числе и в бурых лесных, проявляются процессы накопления в мелкоземье железа и алюминия, ведущих к оглиниванию и ожелезнению профиля, образованию больших количеств фульватного гумуса, глубокой пропитки почв гумусом.

Все горные почвы щебнисты. Бурым лесным почвам свойственна кислая реакция среды, высокая ненасыщенность почвенного поглощающего комплекса, оглеение (переход окисного железа в закисное в условиях недостатка кислорода при подъеме грунтовых вод) [20].

3.3. Местоположение СНТ "Строитель" и загрязнение воздушной среды в этом районе

Садоводческое товарищество "Строитель" находится в п. Пригородное Корсаковского района в 1,2 км к западу от завода СПГ/ТОН. Набор загрязнителей, выбрасываемых в атмосферный воздух заводом, приведен в следующей таблице¹:

¹В соответствии с разрешениями Управления Ростехнадзора по Сахалинской области на выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух № 34-21(2)/77 от 23.03.2007 и № 331/34-021 от 28 ноября 2007 г. с завода СПГ/ТОН за три года (2007 – 2009).

№	Наименование загрязняющего вещества	2007	2008	2009
1	Железа оксид	1,638	1,638	1,638
2	Марганец и его соединения	0,014		0,014
3	Свинец и его соединения	0,027	0,027	0,027
4	Азота диоксид	265,3473	1847,4412	1965,5782
5	Азота оксид	43,1034	300,1535	319,332
6	Углерод (сажа)	44,1932	683,7304	553,7424
7	Сера диоксид	179,6207	568,6895	769,737
8	Сероводород	10,9176	10,9176	10,9176
9	Углерод оксид	719,7394	6770,2978	5566,1668
10	Фториды плохо растворимые	0,415	0,415	0,415
11	Метан	345,3796	480,5146	442,2391
12	Смесь углеводородов предельн. С1-С5	86,6932	204,0622	230,0042
13	Смесь углеводородов предельн. С6-С10	19,8213	19,8213	19,8213
14	Бензол	0,0617	0,0617	0,0617
15	Ксилол (смесь изомеров)	0,0194	0,0194	0,0194
16	Толуол	0,0389	0,0389	0,0389
17	Бензапирен (3,4-нзпирен)	0,0026	0,0006	0,0008
18	Формальдегид	0,619	0,014	0,0102
19	Бензин нефтяной	0,0115	0,0105	0,0105
20	Керосин	15,9638	0,8206	0,7297
21	Масло минеральное нефтяное	1,593	2,358	2,358
22	Углеводороды предельные С12-С19	0,4406	0,4406	0,4406
23	Эмульсол	0,812	0,812	0,812
24	Пыль неорганическая до 20% SiO ₂	0,068	0,068	0,068
25	Корунд белый	0,782	0,782	0,782
Всего веществ:		1737,3222	10893,1484	9884,9644

3.4. Методики отбора образцов и проведения химических анализов

3.4.1. Отбор почвенных образцов

Образцы почвы в СНТ "Строитель" были отобраны в первой декаде июня и в середине сентября 2011 года. Каждый образец составлен из не менее чем 20 проб (\approx 200 г каждая) [22], отобранных с 3 дач (одна зона). Таких зон в с/т "Строитель" было 4. Они обозначены на плане, прилагаемом к данному отчету (Рисунок 1).

1-я зона – дачи № 34,35,36 и **2-я зона** – дачи № 73,74,76 – размещены на юго-восточном склоне сопки; более близки к заводу СПГТОН.

3-я зона – дачи № 43,44,45, **4-я зона** – дачи № 3,4,5 - размещены на юго-западном склоне; более удалены от завода СПГТОН.

Состояние освоения участков:

хорошо ухоженные – № 35,43,44,74,76;

средне ухоженные – № 4,5,34,45,73;

неухоженные – № 3,36

Отбор проб почвы проводили в соответствии с требованиями к отбору проб почв при общих и локальных загрязнениях (ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 17.4.3.01-83).

В образцах почвы определяли содержание нитритного и нитратного азота, соединений серы и бенз(а)пирена. Оценка проведена в соответствии с методикой [23].

3.4.2. Отбор образцов овощной и плодово-ягодной продукции

Общее количество образцов равнялось 31. Отбор овощей, ягод и листьев был приурочен к тем же участкам, где отбирали почву: таким образом составляли средний образец. Овощи и зелень (лук зеленый, салат, укроп свежий, морковь столовая, свекла столовая) были отобраны в фазу технической спелости равномерно со всей площади в разных направлениях, внешне здоровые. Каждый образец составлял 1,0 - 2,0 кг. Масса всех отобранных образцов соответствовала предъявляемым требованиям (в том числе и зеленных культур).

Ягоды собирали с разных сторон всех кустов, имеющих на участке. У культур с многократными сборами (земляника, малина) плоды анализировали в период массового плодоношения. Средний образец для мелкоплодных культур должен составлять 1,0 - 1,5 кг плодов (земляника, малина, крыжовник, черная смородина).

Средние образцы листьев яблони и сливы отобраны с участков, подлежащих обследованию.

Сбор материала для анализа проводили в одно и то же время – в первой половине дня, с последующей доставкой в лабораторию для начала анализа в день отбора.

Максимальная продолжительность хранения зеленой, овощной, ягодной продукции – не более 2 часов; моркови, свеклы – не более 16 часов.

3.4.3. Перечень документов, устанавливающих нормативы на качественный состав плодовоовощной продукции и почвы и определение содержания загрязнителей

Таблица 1 – Нормативные документы на качественный состав плодовоовощной продукции

Название продукции	Нормативные документы на продукцию
Лук зеленый свежий	ОСТ 10266-2000 СанПин 2.3.2. 1078-01 п. 1.6.1
Салат свежий	ОСТ 10234-99 СанПин 2.3.2. 11078-01 п. 1.6.1
Укроп свежий	ОСТ 10235-99 СанПин 2.3.2. 1078-01 п. 1.6.1
Морковь столовая свежая	ГОСТ Р 51782-2001 СанПин 2.3.2. 1078-01 п. 1.6.1
Свекла столовая свежая	ГОСТ Р 51811-2001 СанПин 2.3.2.1078-01 п. 1.6.1
Земляника свежая	ГОСТ 6828-89 СанПин 2.3.2. 1078-01 п. 1.6.1
Малина свежая	РСТ РСФСР 351-88 СанПин 2.3.2. 1078-01 п. 1.6.1
Крыжовник свежий	ГОСТ 6830-89 СанПин 2.3.2. 1078-01 п. 1.6.1
Смородина черная свежая	ГОСТ 6829-89 СанПин 2.3.2. 1078-01 п. 1.6.1

Таблица 2 – Нормативные документы на определение содержания загрязнителей в растительной продукции и почве

Наименование химических элементов	Нормативные документы на определение содержания	
	в почве	В плодовоовощной продукции
Нитриты	ГОСТ 26951-86	ГОСТ 13496.19-93
Нитраты	ГОСТ 26951-86	МУ № 5048-89. международный стандарт
Сернистые соединения (S): элементарная сера	ГОСТ 26490-85	МУ по определению серы в растениях и кормах
Бенз(а)пирен	ПНДФ 16.1:2:2.2:3.39-03	

Перечень документов, устанавливающих ПДК, приведен в следующих приложениях:

а) в растениях:

Нитриты: приложение 2

Нитраты: приложения 3,4,5

Сернистые соединения: регламенты отсутствуют.

Элементарная сера: приложение 6 (в воздухе).

Бенз(а)пирен: нет регламентов; для других объектов – приложение 7.

б) в почве: приложение 8.

3.4.4. Описание методов определения химического состава почвы и растений

Химические анализы почвы и растительного материала проведены в испытательной лаборатории ФГУ "Государственный центр агрохимической службы "Сахалинский". Аттестат аккредитации представлен в приложении 1.

Бенз(а)пирен

ПНДФ 16.1:2:2.2:3. 39-03. Издание 2007 года.

Определяется методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием жидкостного хроматографа "Люмахром" с флуориметрическим детектированием. Диапазон измеряемых значений 0,005 - 2,0 мг/кг.

Средства измерений, вспомогательные устройства, реактивы, материалы и методические указания по определению содержания загрязнителей:

ТУ 4215-329-20506233-2005.

Хроматограф "Люмахром" ("Люмахром ФЛД 2410 Флюорат-02-2М")

Минимально определяемая массовая концентрация бенз(а)пирена составляет 2 мг/см³.

Весы лабораторные ГОСТ 24104-2001.

Пипетки градуированные вместимостью 1,2,5 и 10 см³ ГОСТ 29227-91 и/или дозаторы пипеточные с переменным объемом.

Колбы мерные вместимостью 25,50 и 100 см³ ГОСТ 1770-74.

Система сбора и обработки данных "Мультихром для Windows".

Государственный стандартный образец (ГСО) состава раствора бенз(а)пирена в ацетонитрим (массовая концентрация 100 мкг/см³) с погрешностью аттестованного значения не более ±2%.

Устройство для удаления растворителя.

Колбы круглодонные или грушевидные вместимостью 50,100 см³ НШ29 ГОСТ 25336-82.

Муфельная печь, обеспечивающая поддержание температурного режима от 150 до 600 С⁰.

Перемешивающее устройство (типа ПЭ-6300, 6410).

Холодильник бытовой.

Сито с размером ячейки 1 мм.

Баня водяная.

Насос лабораторный, вакуумный, обеспечивающий разрежение 20-75мм.рт.ст.
ГОСТ 25336-82.

Бюкс ГОСТ 25336-82.

Воронки химические диаметром 2 и 6 см ГОСТ 25336-82.

Установка для перегонки растворителей из круглодонной колбы вместимостью 500 или 1000 см³, дефлегматора, насадки типа П-10, холодильника типа ХПТ, аллонжа типа АИ.

Колбы плоскодонные вместимостью 100 см³ с пришлифованной пробкой (П-1-100(250)-29/32) ГОСТ 25336-82.

Стаканы химические вместимостью 100 см³

Фарфоровая ступка с пестиком ГОСТ 19908-80.

Колонка хроматографическая стеклянная с пришлифованной пробкой.

Пробирки Эппендорфа ТУ 64-2-300-80.

Эксикатор, заполненный безводным CaCl₂ ГОСТ 25336-82.

Вата хлопковая ГОСТ 5556-81.

Фильтры бумажные "красная лента" ТУ6-09-1678-86.

Реактивы:

Ацетонитрил для жидкостной хроматографии, ос.ч.² ТУ 6-09-5449-89.

Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72.

Гексан, ч.д.а.³ ГОСТ 4204-77.

Натрий серноокислый безводный, х.ч.⁴ ГОСТ 4166-76.

Оксид алюминия для хроматографии любой основности, фракция 50-150 мкм,
№ по каталогу 06290, 06300 и др., ТУ6-09-3916-75.

Хлористый метилен, ч.д.а., перегнанный, ГОСТ 9968-86.

Массовую долю бенз(а)пирена в пробе вычисляют по формуле:

$$X = \frac{C_{\text{кон}} \cdot V_{\text{кон}} \cdot a}{m} \cdot 10^{-3}$$

где:

X - массовая доля бенз(а)пирена в пробе, мг/кг;

C_{кон} - массовая концентрация бенз(а)пирена в концентрате пробы, мг/см³

² ос.ч. – особо чистый

³ ч.д.а. – чистый для анализа

⁴ х.ч. – химически чистый

$V_{\text{кон}}$ - объем концентрата пробы, см³;

m – навеска пробы почвы, г;

Q – коэффициент разбавления концентрата пробы;

10^{-3} – коэффициент согласования размерности единиц массы.

Сера

ГОСТ 26490-85 по определению серы в почве по методу ЦИНАО (Центральный научно-исследовательский институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства).

Сущность метода заключается в извлечении подвижной серы из почвы раствором KCl, осаждении сульфатов BaCl₂ и последующем турбидиметрическом определении их в виде сульфата бария по оптической плотности взвеси. В качестве стабилизатора взвеси используется растворимый крахмал.

Аппаратура, материалы, реактивы

Фотоэлектроколориметр.

Баня водяная.

Весы лабораторные ГОСТ 24104-80.

Дозаторы или пипетки и бюретки 2 класса точности ГОСТ 20292-74.

Посуда мерная лабораторная ГОСТ 1770-74.

Пробирки стеклянные вместимостью 50 см³ ГОСТ 10515-75.

Кислота соляная ГОСТ 3118-77, х.ч.

Раствор концентрации $c(\text{HCl}) = 1$ моль/дм³ (1Н.).

KCl ГОСТ 4234-77, х.ч.

Раствор концентрации $c(\text{KCl}) = 1$ моль/дм³ (1Н.).

Гидроксид натрия ГОСТ 4328-77, х.ч.,

раствор массовой концентрации 5 г/дм³

Сульфат натрия безводный ГОСТ 4166-76, х.ч.

Хлорид бария 2-водный ГОСТ 4108-72, х.ч. или ч.д.а.

Крахмал растворимый.

Трилон Б ГОСТ 10652-72, х.ч. или ч.д.а.

Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72.

Бумага фильтровальная ГОСТ 12026-76.

Массовую долю серы в анализируемой почве определяют непосредственно по градуированному графику и вычисляют из него результат холостого опыта.

Методические указания по определению серы в растениях и кормах растительного происхождения

Метод основан на извлечении серы из растительного материала путем минерализации его смесью азотной и хлорной кислот, перевода в сульфаты и определении в виде взвеси сульфата бария турбидиметрическим методом. В качестве стабилизатора взвеси используется раствор желатина.

Аппаратура, материалы, реактивы

Фотоэлектроколориметр.

Весы лабораторные ГОСТ 24104-08.

Весы торсионные с погрешностью не > 1 мг.

Установка для минерализации (плитка электрическая с твердым керамическим покрытием).

Пробирки термостойкие вместимостью 50 см³ для минерализации растительного материала ГОСТ 25336-82.

Колбы мерные термостойкие вместимостью 100 см³ для минерализации растительного материала ГОСТ 1770-74.

Колбы конические стеклянные вместимостью 50-100 см³

Дозаторы или пипетки, бюретки ГОСТ 20292-74.

Посуда мерная лабораторная вместимостью 100 и 1000 см³ ГОСТ 1770-74.

Кислота азотная концентрированная ГОСТ 4461, х.ч.

Кислота хлорная (57% р-р), х.ч.

Кислота соляная, х.ч. или ч.д.а. ГОСТ 3118-77.

Сульфат натрия безводный, х.ч. ГОСТ 4166-76.

Желатин ГОСТ 11293.

Гидроксид натрия, ч.д.а., р-р с массовой долей 0,5% ГОСТ 4328.

Трилон Б, ч.д.а. ГОСТ 10652-72.

Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72.

Содержание серы в растениях рассчитывается по формуле (х, % на воздушно-сухое вещество):

$$X = \frac{(a - b) \cdot 100}{n \cdot 1000}$$

где:

а – содержание серы в 100 см³ минерализата, найденное по графику, мг S;

б – содержание серы в 100 см³ раствора контрольного опыта, найденный по графику, мг S;

n – навеска воздушно-сухого растительного материала, г;
1000 – коэффициент пересчета концентрации S из мг в г;
100 – коэффициент пересчета, %.

Определение содержания нитратов в растениях

Методические указания (МУ) 5048-89

Иономер.

Ионоселективный нитратный электрод.

Измельчитель.

Соковыжималка.

Квасцы алюминиевые, ч.д.а., $(KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O)$ ГОСТ 4329-77.

KCl, х.ч., ГОСТ 4234-77.

KNO₃, х.ч., ГОСТ 4217-77.

KMnO₄, х.ч., ГОСТ 20490-75.

H₂SO₄, ч., ГОСТ 4204-77.

Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72.

Перекись водорода, х.ч., ч.д.а. ГОСТ 10929.

Бумага масштабная, координатная ГОСТ 334.

Расчет. При естественной влажности массовую долю нитратов вычисляют по формуле:

$$X = \frac{\left(V + \frac{w * m}{100 * 1}\right) * 10^{-p^c} NO_2^- * 62 * 10^6}{1000m},$$

где:

V – объем экстрагируемого раствора, см³;

W – массовая доля воды в пробе, %;

$10^{-p^c} NO_2^-$ - (-)log концентрация нитрата в вытяжке, моль/дм³;

62 – молярная масса иона NO_3^- , г;

10^6 – коэффициент перевода долей единицы в миллионные доли;

m – масса пробы, г;

1000 – коэффициент перевода дм³ в см³;

100 – коэффициент перевода % в доли единицы;

1 – плотность воды, г/см³.

Определение содержания нитритов в растениях

ГОСТ 13496. 19-93

Сущность метода заключается в извлечении нитритов раствором KCl с (KCl) = 1 моль/дм³ при соотношении пробы и экстрагента 1:10 для влажной пробы и последующим фотометрическим определении нитритов в виде окрашенного соединения, образующегося при взаимодействии с сульфаниламидом и N-1-нафтилэтилендиамин- дигидрохлоридом.

Аппаратура, материалы, реактивы.

Весы ГОСТ 24104.

Фотоэлектроколومتر.

Центрифуга лабораторная ЦЛС-8 (или др.).

Встряхиватель, ротатор.

Дозаторы вместимостью 1,4 и 50 см³.

Цилиндры вместимостью 100 см³ ГОСТ 1770.

Колбы мерные вместимостью 100 и 1000 см³.

Колбы плоскодонные вместимостью 250 см³.

Пробирки вместимостью 20 см³ ГОСТ 10515.

Пипетки вместимостью 10 см.

Микропипетки.

Воронки ГОСТ 8613.

KCl, х.ч. ГОСТ 4234.

Азотистокислый Na, х.ч. ГОСТ 4197.

Цинк сернокислый, ч.д.а. ГОСТ 4174.

Калий железистосинеродистый, (желтая кровяная соль), ч.д.а.

ГОСТ 4207.

Свинец уксуснокислый, х.ч. ГОСТ 1027.

Уголь активный, осветляющий марки ОУ-Б ГОСТ 4453.

Кислота ортофосфорная, х.ч., ГОСТ 6552.

N- этил-1-нафтиламингидрохлорид , ч. или

Нафтиламин – альфа, ч.д.а., ГОСТ 8827или

N–(1-нафтил) – этилендиаминдигидрохлорид, ч.,

Сульфаниламид (белый стрептоцид, нерастворимый в воде).

Вода дистиллированная ГОСТ 6709.

Бумага фильтровальная ГОСТ12026 .

Массовую долю нитритов в испытуемой пробе, млн.^{-1} или мг/кг , находят по калибровочному графику.

Нитраты и нитриты в почве

Автоматизированный фотометрический метод определения нитратного азота в почвах с использованием α -нафтиламина или его заменителей.

Метод основан на извлечении нитратного азота из почвы 1Н. КСl при соотношении почвы и экстрагента 1:2,5. Нитратный азот определяют фотометрически после его восстановления до нитритного азота сульфаниламидом и образования окрашенного соединения с α -нафтиламином или его заменителем. Полученное соединение имеет максимум поглощения при 545 нм. Данным методом определяется сумма нитратного и нитритного азота, однако содержание нитритов относительно нитратов крайне мало и находится в пределах ошибки анализа.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На основании результатов химического анализа проб почвы, овощной и плодово-ягодной продукции определены отклонения в содержании нитритов, нитратов, элементарной серы и бенз(а)пирена от предельно-допустимых концентраций (при их наличии) в указанных объектах исследования садоводческого товарищества "Строитель". Была определена степень воздействия выбросов в атмосферный воздух завода СПГ/ТОН на почву и растения и оценка его допустимости.

4.1. Изменения химического состава почвы участков СНТ "Строитель" под воздействием выбросов в атмосферный воздух с завода СПГ/ТОН

Результаты определения содержания **минеральных форм азота** приведены в таблице 3 и приложениях 9, 10.

Таблица 3 – Содержание нитритной и нитратной форм азота в почве дачных участников садоводческого товарищества "Строитель" на начало и окончание вегетационного периода, мг/кг

Место отбора образцов (зона)	Азот нитритный		Азот нитратный	
	Дата отбора образцов			
	09.06.2011 (начало периода вегетации)	15.09.2011 (конец периода вегетации)	09.06.2011 (начало периода вегетации)	15.09.2011 (конец периода вегетации)
1	0,25	0,03	4,80	8,70
2	0,20	0,03	5,50	44,70
Среднее 1+2 (ближние)	0,22	0,03	5,15	26,7
3	0,12	0,14	14,30	11,0
4	0,12	0,08	17,20	13,2
Среднее 3+4 (удаленные)	0,12	0,11	15,75	12,1
ПДК мг/кг	-		130	

Количество **нитритного** азота незначительно по величине как в образцах, отобранных в начале наблюдений (0,12-0,25 мг/кг), так и по их окончанию (0,03-0,14 мг/кг). Поскольку это соединение азота очень быстро подвергается химическому преобразованию, накопление его в почве маловероятно.

Анализ выявил различия в уровне накопления **нитратного азота** по зонам, в которых отбирали почвенные образцы в с/т "Строитель".

Если в почве 1-й и 2-й зон в среднем содержалось 5,15 мг нитратного азота, то в 3-й и 4-й зонах – 15,75 мг, то есть в 3 раза больше. К завершению вегетационного периода ситуация изменилась на противоположную, однако если не принимать во внимание высокую цифру (44,7 мг) во 2-й зоне (её величина могла быть вызвана внесением значительного количества удобрений на одной из дач), то различия сохранились, хотя и уменьшились до 1,4 раза. В целом они существенно ниже ПДК (6,5 – 12,1%).

В таблице 4 и приложениях 9,10 приведены данные по изменению в почве дачных участков содержания подвижной формы **серы и бенз(а)пирена**.

Таблица 4 – Содержание сернистых соединений и бенз(а)пирена в почве дачных участков садоводческого товарищества "Строитель" на начало и окончание вегетационного периода, мг/кг

Место отбора образцов (зона)	Сернистые соединения (S): элементарная сера		Бенз(а)пирена	
	Дата отбора образцов			
	9.06.2011 (начало периода вегетации)	15.09.2011 (конец периода вегетации)	9.06.2011 (начало периода вегетации)	15.09.2011 (конец периода вегетации)
1	72,80	8,90	0,024	0,018
2	77,10	20,60	0,023	<0,005
Среднее 1+2 (ближние)	74,95	14,75	0,0235	0,012
3	82,00	7,30	0,028	<0,005
4	94,90	20,60	0,026	<0,005
Среднее 3+4 (удаленные)	88,45	13,95	0,0270	<0,005
ПДК мг/кг	160		0,02	

В отличие от азотных соединений, разница в накоплении в почве **серы** в разных зонах оказалась невелика (13,5 мг или 1,2 раза), но более высокие значения были характерны также для почвы зон 3 и 4 (ПДК=160 мг/кг, приложение 8). К моменту осеннего отбора образцов количество серы заметно снизилось в почве всех зон (в 3,7 – 11,2 раза). Сера расценивается агрохимиками как макроэлемент, необходимый для питания растений на уровне фосфора [9]. По данным исследователей [24], более 30 % этого элемента может быть потреблено

растениями во время их вегетации. Частично она входит в органическое вещество почвы и ее минеральные соединения. Наличием этих процессов можно объяснить снижение содержания серы к окончанию вегетационного периода.

Однако большего внимания заслуживает факт **высокого содержания серы** (хотя и в пределах ПДК) **в почве в начальный период наблюдений** (первая декада июня).

Если опираться на результаты исследований ученых Института морской геологии и геофизики ДВО РАН по влиянию выбросов с завода СПГ/ТОН на химический состав снегового покрова⁵, то становится понятен источник увеличения количества серы. Анализ, проведенный специалистами ИМГиГ, свидетельствует о накоплении в снежной массе нежелательных химических элементов, в том числе анионов сульфата. Далее, по мере таяния снега, сернистые соединения частично попадали в почву, что, вероятно, и стало причиной увеличения содержания серы. Первая половина вегетационного периода 2011 года характеризовалась низкими температурами, вследствие чего были замедлены течение почвенных процессов (в том числе, иммобилизация серы микроорганизмами) и темпы роста и развития растений. В связи с этим, расход серы на момент начала наблюдений не носил интенсивного характера, соответственно, в почве сохранилась большая часть того объема серы, который накопился за зиму в снеговом покрове.

Причина повышенного содержания в почве **бенз(а)пирена** в начале лета по отношению к осени, скорее всего, та же, что и в случае с серой, другое объяснение здесь найти трудно. Это накопление данного загрязнителя в снежной массе в течение почти шестимесячного снежного периода (ноябрь – апрель), поскольку его перемещение в атмосфере (как уже говорилось в разделе 3 "Обоснование исследований") обусловлено способностью связываться с твердыми частицами и взвесьями. Исходя из приведенных в таблице 4 результатов анализа следует, что в исходный момент наблюдений содержание бенз(а)пирена в почве перешагнуло предельно допустимый нормативный порог (ПДК=0,02 мг/кг) на 0,003-0,008 мг.

Таким образом, в течение достаточно длительного периода (при обработке почвы, посадке растений, уходе) садоводы контактировали (ингаляционный, резорбционный способы поступления в организм) с этим высокотоксичным

⁵ Приведены в статье "Организация комплексного экологического мониторинга в зоне воздействия завода СПГ на юге Сахалина" [25].

соединением в условиях превышения его предельно допустимых значений в почве на 15,0 - 40,0 %.

Анализ содержания бенз(а)пирена в почве вновь показал более высокое накопление этого загрязнителя в районе 3-й и 4-й зон с/т "Строитель", как это уже отмечено в распределении нитратного азота и серы (в образцах, отобранных в начале лета).

Снижение количества бенз(а)пирена к окончанию наблюдений может быть объяснено следующим образом: несмотря на высокую устойчивость молекул ПАУ к разрушению, ускорению трансформации бенз(а)пирена может способствовать ультрафиолетовое облучение (природный солнечный свет) [5]. Во второй половине вегетационного периода было достаточно много солнечных дней, что могло обусловить частичную деструкцию бенз(а)пирена. Кроме того, он мог быть отчасти смыт дождями. Следует подчеркнуть, однако, что в 1-й зоне содержание бенз(а)пирена в почве осталось близким к ПДК – 0,018 мг/кг (зона, ближайшая к заводу СПГ).

Выводы:

Проанализировав изменения содержания минеральных форм азота, элементарной серы и бенз(а)пирена **в почве**, можно сказать, что:

а) более высокие количества всех названных химических соединений в почве были характерны для начального периода наблюдений (первая декада июня, после завершения таяния снега). Влияние деятельности садоводов на накопление в почве азотных, сернистых соединений и бенз(а)пирена исключено вследствие длительного отсутствия людей в позднеосенний – зимний – ранневесенний сезон (более полугода) на дачных участках, т.е. дачный поселок в течение всего снегового периода никак не может являться источником накопления в почве бенз(а)пирена, серы и соединений азота.

б) повышенное содержание вредных веществ свойственно почве зон 3 и 4 (юго-западная часть дачного массива, более пониженная); предполагаем, что одной из основных причин концентрации здесь загрязнителей является нисходящая направленность ветрового потока с привнесением продуктов сгорания газа.

в) отмечено **заметное превышение** (на 15,0 - 40,0%) предельно допустимой концентрации содержания в почве наиболее опасного загрязнителя – **бенз(а)пирена** (1-й класс опасности).

4.2. Воздействие выбросов в атмосферный воздух завода СПГ/ТОН на химический состав плодовоовощной продукции, выращенной в садоводческом товариществе "Строитель"

4.2.1. Овощная продукция

Данные по содержанию **нитритов и нитратов** в овощной продукции представлены в таблице 5 и приложениях 11, 12.

Таблица 5 – Содержание нитритов и нитратов в овощной продукции, выращенной в садоводческом товариществе "Строитель", мг/кг сырой продукции

Наименование растительного материала	Загрязнитель	ПДК мг/кг сырой массы	Результаты химического анализа
Лук свежий зеленый (перо)	Нитриты (N-NO ₂)	5	0.21
Укроп свежий		5	0.35
Салат свежий		5	0.48
Морковь столовая свежая		5	0.16
Свекла столовая свежая		5	0.08
Лук свежий зеленый (перо)	Нитраты (N-NO ₃)	600	291.0
Укроп свежий		2000	1093.0
Салат свежий		2000	48.0
Морковь столовая свежая		250	139.0
Свекла столовая свежая		1400	3514.0

Количество **нитритного** азота весьма незначительно (0,08-0,48 мг/кг). Почти во всех овощах, подвергнутых анализу, оно значительно ниже ПДК.

По накоплению **нитратов** ситуация сложилась не столь однозначная. Повышенное содержание нитратов отмечается в укропе, зеленом луке и моркови, однако оно не выходит за рамки ПДК. **В свёкле же превышение ПДК составило 2,5 раза** (приложения 3,4,5).

В таблице 6 и приложениях 11, 12 приведено содержание элементарной **серы** и **бенз(а)пирена** в овощах.

Таблица 6 - Содержание сернистых соединений и бенз(а)пирена в овощной продукции, выращенной в садоводческом товариществе "Строитель", мг/кг сырой продукции

Наименование растительного материала	Загрязнитель	ПДК, мг/кг сырой массы	Результаты химического анализа
Лук свежий зеленый (перо)	Сернистые соединения (S): элементарная сера	регламент не установлен	0,12
Укроп свежий			0,66
Салат свежий			0,15
Морковь столовая свежая			0,015
Свекла столовая свежая			0,012
Лук свежий зеленый (перо)	Бенз(а)пирен	регламент не установлен (ориентировочно присутствие не допускается)	<0,005
Укроп свежий			<0,005
Салат свежий			<0,005
Морковь столовая свежая			<0,005
Свекла столовая свежая			<0,005

Имеющиеся документы не дают четких рамок по ПДК, ОДК на эти соединения в данной продукции. В оценке загрязнения ими овощей приходится ориентироваться на предлагаемые ПДК и максимально допустимые уровни в документации на другую продукцию (зерно, вода). Показатели содержания **бенз(а)пирена** в овощах практически равны (< 0,005мг/кг). Возможно, этот показатель можно отнести к фоновому, либо это так называемые "следы" вещества (микрконцентрации для данного анализа), хотя и они не должны иметь места (приложение 7).

4.2.2. Плодово-ягодная продукция

Показатели содержания **нитритов** в ягодах, плодах и листьях наблюдаемых культур показаны в таблице 7 и приложениях 11, 13, 14.

Таблица 7 – Содержание нитритов в ягодах и листовом аппарате ягодных и плодовых культур, выращиваемых в садоводческом товариществе "Строитель", мг/кг сырой продукции

Наименование растительного материала	ПДК, мг/кг сырой массы	Результаты химического анализа
Земляника (ягода)	5,0	0,13
Земляника (листья)		0,36
Малина (ягода)	5,0	0,20
Малина (листья)		0,62
Крыжовник (ягода)	5,0	0,19
Крыжовник (листья)		0,61
Смородина черная (ягода)	5,0	0,34
Смородина черная (листья)		0,58
Яблоня (листья)		0,32
Слива (листья)		0,34

Нитриты содержались в растительном материале в очень незначительном количестве (<1 при ПДК 5 мг, приложение 2).

Содержание **нитратов** в ягодах и листьях из с/т "Строитель" либо было ниже ПДК (60 мг/кг), либо несколько выходило за пределы этого параметра (крыжовник) (таблица 8, приложения 3,4,5).

Таблица 8 – Содержание **нитратов** в ягодах и листовом аппарате ягодных и плодовых культур, выращиваемых в садоводческом товариществе "Строитель", мг/кг сырой продукции

Наименование растительного материала	ПДК, мг/кг сырой массы	Результаты химического анализа
Земляника (ягода)	100	61,0
Земляника (листья)	-	46,0
Малина (ягода)	60	51,0
Малина (листья)	-	560,0
Крыжовник (ягода)	60	71,0
Крыжовник (листья)	-	91,0
Смородина черная (ягода)	60	49,0
Смородина черная (листья)	-	300,0
Яблоня (листья)	-	863,0
Слива (листья)	-	64,0

По накоплению **нитратов** в листовом аппарате каких-либо нормативных документов найти не удалось.

Хотелось бы обратить особое внимание на **очень высокий** показатель этой формы азота в **листьях яблони** – 863,0 мг/кг. Судя по проведенным исследованиям [26], на момент наблюдений нитраты должны были бы содержаться в листьях в минимальном количестве, либо отсутствовать вовсе. При отборе листьев было обращено внимание на присутствие на них краевого усыхания, похожего на ожоги; верхняя часть веток не имела листьев. Это же явление отмечено и на некоторых сливах. Точечные высыхания имелись на листьях смородины и крыжовника. Учитывая, что последние занимают в садах нижний ярус, а плодовые деревья довольно высоки, именно их кроны подвержены воздействию (судя по полученным данным, в основном, азотных соединений) в наибольшей степени, причем круглогодично.

Основным способом питания растений является поглощение необходимых биофильных элементов (N, P, K, Ca, S) корневой системой из почвы. В сельскохозяйственном производстве, помимо внутрипочвенных, существуют внекорневые подкормки, то есть обработки вегетативной (надземной) части растений растворами, содержащими макро- и микроэлементы, стимуляторы и др. вещества. Плодовые и ягодные культуры (кустарники), как правило, подкармливают через корневую систему.

В нашем случае присутствующие в атмосферном воздухе после сгорания газа соединения азота могли стать, своего рода, произвольным дополнительным источником этого элемента для культур, произрастающих на дачных участках с/т "Строитель" и, соответственно, накапливаться в виде нитратов в листовом аппарате некоторых из них.

Более восприимчивы к азоту оказались яблони. Учеными [27] установлено, что именно яблоне свойственна наибольшая скорость поглощения азота: 50% из примененной дозы поглощается ею за период, равный 1-4 часам. Для других культур время поглощения азота составляет 1-36 часов.

Процесс превращения нитратов в растениях в другие физиологические азотсодержащие соединения зависит от множества факторов, в том числе от количества поступающего азота, влагообеспеченности, освещенности, наличия в достаточном количестве фосфора и молибдена и др. причин.

Таблица 9 – Содержание сернистых соединений (S): элементарной серы в ягодах и листовом аппарате ягодных и плодовых культур, выращиваемых в садоводческом товариществе "Строитель", мг/кг сырой продукции

Наименование растительного материала	ПДК, мг/кг сырой массы	Результаты химического анализа
Земляника (ягода)	Регламент не установлен	0,0
Земляника (листья)		0,0
Малина (ягода)		0,01
Малина (листья)		0,03
Крыжовник (ягода)		0,02
Крыжовник (листья)		0,14
Смородина черная (ягода)		0,02
Смородина черная (листья)		0,06
Яблоня (листья)		0,06
Слива (листья)		0,07

Содержание серы в растительном материале весьма незначительно: 0,0 - 0,14 мг/кг (таблица 9, приложения 11,13,14), поэтому можно предположить, что атмосферные соединения этого элемента практически не воздействуют на внутренние обменные и мобилизационные процессы S в растениях.

Внешнее воздействие происходит, вполне возможно, в оксидной форме в совокупности с оксидами азота. ПДК на содержание серы в растениях не установлены. В целом, ее количество укладывается в рамки параметров, приведенных в литературном обзоре.

Таблица 10 – Содержание бенз(а)пирена в ягодах и листовом аппарате ягодных и плодовых культур, выращиваемых в садоводческом товариществе "Строитель", мг/кг сырой продукции

Наименование растительного материала	ПДК, мг/кг сырой массы	Результаты химического анализа
Земляника (ягода)	Ориентировочно не >0,001 мг/кг для зерновых культур;	<0,005
Земляника (листья)		<0,005
Малина (ягода)		<0,005

Малина (листья)	в других продуктах не допускается	<0,005
Крыжовник(ягода)		<0,005
Крыжовник (листья)		<0,005
Смородина черная (ягода)		<0,005
Смородина черная (листья)		<0,005
Яблоня (листья)		<0,005
Слива (листья)		<0,005

Достаточно сложно оценить воздействие атмосферных выбросов и по содержанию в плодоовощной продукции **бенз(а)пирена**. Приводимое значение в 0,005 мг – пороговое значение при используемом анализе этого соединения (таблица 10, приложения 11,13,14). Ссылки на проявления накопительного эффекта в растениях в источниках не встречались. Бенз(а)пирен вообще **не должен обнаруживаться**, если учитывать характеристику степени опасности этого соединения (приложение 7). Значения ПДК установлены для воды разного назначения и использования, копченых мясных и рыбных продуктов (контактирующих с дымом, если именно с его применением производится продукция), зерна. Исходя из имеющихся документов, присутствие бенз(а)пирена в других продуктах **не допускается**. Как уже говорилось при обсуждении химических изменений в почве, при анализе обнаруживаются "следы" бенз(а)пирена на уровне микросодержания, точное значение которого позволяют установить анализы для определения наличия микроуровневого количества веществ, которые в данной работе не проводились.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ химического состава почвы участков садоводческого товарищества "Строитель" свидетельствовал о том, что:

а) в начальный период наблюдений (I декада июня) в почве было установлено значительно более высокое содержание всех намеченных для исследования соединений (оксида азота, диоксида азота, серы и бенз(а)пирена). Вероятная причина – поступление названных веществ в почву после таяния снега, служащего накопителем загрязняющих соединений, поступающих в атмосферный воздух в процессе сгорания газа, а также из других источников загрязнения на заводе СПГ/ТОН;

б) наибольшее увеличение свойственно почве дачных участков, отнесенных к зонам 3 и 4 (№ 3, 4, 5, 43, 44, 45), расположенных в юго-западной части садоводческого товарищества "Строитель", более близких к терминалу отгрузки СПГ. Наиболее вероятной причиной концентрации здесь загрязнителей является нисходящая направленность ветрового потока с привнесением продуктов сгорания газа.

в) **отмечено превышение ПДК на 15%-40%** при определении содержания в почве всех обследованных участков (№3, 4, 5, 43, 44, 45, 34, 35, 36, 73, 74, 76) **наиболее опасного загрязнителя бенз(а)пирена** (1-й класс опасности).

г) при химическом анализе овощной продукции установлено существенное (3-х кратное) превышение содержания **нитратов в столовой свекле** относительно ПДК.

Установлено повышенное содержание **нитратов в листьях яблони**. Вероятно, эта плодовая культура оказалась наиболее чувствительной к негативному воздействию атмосферных выбросов: на ее листьях обнаружены следы химических ожогов, внешние признаки выражены в усыхании верхней части кроны. Подобные признаки имеют место и на сливе. Ожоговые явления отмечены на ягодных культурах (смородина, крыжовник).

Содержание серы в плодово-ягодной продукции, выращиваемой в садоводческом товариществе "Строитель", минимально; содержание бенз(а)пирена можно отнести к микродозам, однако, желательно было бы

установить их точные значения. Продукция растениеводства не должна содержать даже микроколичеств этого соединения.

Исследователи подчеркивают, что потребление продукции, выращенной на участках, расположенных вблизи от производств, даже если она не содержит пока опасного количества загрязнителей, чревато негативными последствиями для здоровья людей вследствие постепенной аккумуляции этих веществ в организме.

В последнее время многие ученые пришли к выводу, что для канцерогенных веществ и ионизирующей радиации не существует нижних пределов безопасности и любые их количества, превышающие природный фон, опасны для живых организмов, если не непосредственно, то генетически, в цепи последующих поколений.

Анализ химических параметров почвы и плодоовощной продукции, выращиваемой в с/т "Строитель", выявил отклонения в содержании соединений азота и бенз(а)пирена от допустимых концентраций, установленных нормативными документами. Это дает основание считать негативное воздействие выбросов в атмосферный воздух завода СПГ/ТОН имеющим место.

Активность воздействия достаточно высока, если рассматривать ее с позиции времени: за неполных 4 года с момента появления факела произошла явно выраженная деградация плодовых и ягодных культур (высыхание вегетативной части, слабое плодоношение или его отсутствие и др.). Неблагоприятное влияние на названные культуры продукты сгорания газа завода СПГ/ТОН оказывают круглогодично.

Поскольку вряд ли следует ожидать положительных изменений в воздействии выбросов с завода, деградационные процессы, отмеченные на многолетних культурах, будут только усугубляться, равно как и процессы накопления в почвах вредных веществ. Судя по проведенным наблюдениям, включая выводы ученых ИМГиГ ДВО РАН, начало дачных работ в весенне – летний период будет сопровождаться повышенным содержанием в почве загрязняющих веществ, в число которых входит наиболее опасное органическое соединение – бенз(а)пирен. Необходимо учесть количество выбрасываемых в воздух компонентов, их вероятные сочетания и возможные негативные последствия кумулятивного эффекта, время проявления которого предсказать сложно.

Деградационные явления коснутся и почвенных процессов, даже если режим воздействия выбросов с завода останется на уровне сложившегося. Один из основных параметров, подвергающихся отрицательному воздействию

атмосферных загрязнителей – кислотность почвы. Ее увеличение может ослабить рост и развитие растений, затормозить микробиологическую деятельность, являющуюся одним из ведущих факторов в формировании плодородия; увеличить подвижность нежелательных химических элементов (алюминия, железа, марганца), в том числе и тяжелых металлов.

В итоге, поскольку источник поступления веществ, опасных для здоровья людей, исключить невозможно, следует отдалить от него садоводов посредством предоставления им равноценных дачных участков в других садоводческих товариществах, чтобы не лишать людей очень важного вида деятельности и дохода, особенно в пенсионный период.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ревелль, П. Среда нашего обитания : В 4-х книгах. Кн.2. Загрязнения воды и воздуха : Пер. с англ./ П.Ревелль, Ч.Ревелль. – М.: Мир, 1995. – 296 с.
2. Булатов, А.И. Справочник инженера – эколога нефтедобывающей промышленности по методам анализа загрязнителей окружающей среды: В 3 ч./ А.И. Булатов, П. П. Макаренко, В.Ю. Шеметов – М.: ООО "Недра - Бизнесцентр", 1999. – Ч.2 : Почва. – 634 с.
3. Водяницкий, Ю.Н. Техногеохимическая аномалия в зоне влияния Череповецкого металлургического комбината / Ю.Н. Водяницкий, В.А. Большаков, С.Е. Сорокин, Н.М. Фатеева // Почвоведение, 1995, №4. – С. 498-507.
4. Иванченко, О.Б. Мутагенный потенциал как комплексный показатель загрязненности почв нефтепродуктами / О.Б. Иванченко, О.Н. Ильинская, Н.С. Карамова, И.И. Костюкевич // Почвоведение, 1996, №11. – С. 1394 – 1398.
5. Садовникова, Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: Учебное пособие / Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская. – М.: Высшая шк., 2006. – 334 с.
6. Нитраты и качество продуктов растениеводства / А.П. Лешков, В.М. Назарюк, ГИ. Ткаченко, В.И. Кирюшин и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отделение – 1991. – 168 с.
7. Кулаковская, Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т.Н. Кулаковская. – М.: Агропромиздат, 1990. – 219 с.
8. Химия окружающей среды: учебное пособие / под ред. Хаханиной Т.И, / Т.И, Хаханина, Н.Г. Никитина, Л.С. Суханова, А.Ю. Ковалева, А.А. Гурская. – М.: Высшее образование, 2009. – 130 с.
9. Убугунов, Л.Л. Сера в аллювиальных почвах бассейна Селенги / Л.Л. Убугунов // Почвоведение, 2000, №6. – С. 716-722.
10. Брилинский, Л.И. Гигиена труда при процессах добычи и переработки самородной серы / Л.И. Брилинский. Автореф. дис. канд. хим. наук. – Львов, 1967.
11. Серковская, Г.С. Определение грунтового углеводородного состава и бенз(а)пирена в нефти различных месторождений / Г.С. Серковская, Г.И. Сафонова // Канцерогенные вещества в окружающей среде. – М.: Гидрометеиздат, 1979. – С. 90 – 96.
12. Ровинский, Ф.Я. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов / Ф.Я. Ровинский, Т.А, Теплицкая, Т.А. Алексеева. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 224 с.

13. Геннадиев, А.Н. Педохимия полициклических ароматических углеводородов / А.Н. Геннадиев, И.С. Козин, Ю.И. Пиковский // Почвоведение, 1997, №3. – С. 290 – 300.
14. Соколовский, В.В. Оценка суммарной мутагенной активности факторов окружающей среды / В.В. Соколовский, В.С. Журков // Гигиена и санитария, 1982, №1. – С.7 – 12.
15. Журков, В.С. Оценка мутагенной активности химических факторов окружающей среды при их гигиеническом регламентировании / В.С. Журков // медико – биологические исследования в гигиене. – М., 1986. – С. 222 – 251.
16. Куринный, А.И. Эколого – генетическая оценка территории Украины по мутагенному фону / А.И. Куринный // VI съезд Украинского общества генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова. Полтава, 1992. Тезисы докл. – Киев, 1992, Т.3. – С. 179.
17. Хван, Т.А. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / Т.А. Хван, П.А. Хван, А.В. Евсеев. – Ростов на Дону: Феникс, 2008. – 414 с.
18. Земцова, А.И. Климат Сахалина / А.И. Земцова. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1968.- 197 с.
19. Агроклиматические ресурсы Сахалинской области. – Л.: Гидрометеоздат, 1973. – 103 с.
20. Ивлев, А. М. Особенности генезиса и биогеохимии почв Сахалина / А.М. Ивлев. – М.: Наука, 1977. – 142 с.
21. "Добрый сосед" или неоконченная история одного противостояния / Обзор РОО "Экологическая вахта Сахалина", 2010. – 21 с.
22. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно – ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство/Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л.Иванова. – М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2005. – 784 с.
23. Методика. МУ 2.1.7. 730-99. Предельно допустимые концентрации (ПДК) неорганических химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности. Минздрав РФ. 7 февраля 1999 г.
24. Фёдорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для студентов высш. учеб.заведений. – М.: Гуманитарный издат. Центр ВЛАДОС, 2003. – 288 с.
25. Побережная Т.М., Сабиров Р.Н., Копанина А.В., Нюшко Т.И., Шахов И.М. Организация комплексного экологического мониторинга в зоне воздействия завода СПГ на юге Сахалина/Вестник ДВО РАН, 2009, № 6. С. 60-67).

26. Церлинг, В.В. Индикаторный орган растений на избыток нитратов / В.В. Церлинг // Химизация сельского хозяйства, 1988, №10. – С.50 – 52.

27. Журбицкий, З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений / З.И. Журбицкий. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 294 с.

СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ

1. Аттестат аккредитации испытательной лаборатории (центра) в системе аккредитации аналитических лабораторий (центров), выданный Федеральному государственному учреждению государственному центру агрохимической службы "Сахалинский" (копия).

2. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14.11.2001 N 36 (ред. от 01.06.2011) "О введении в действие Санитарных правил" (вместе с "СанПиН 2.3.2.1078-01. 2.3.2. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы"), (выдержки).

3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 03.04.2003 N 29 "О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов ГН 2.3.2.1276-03" (вместе с "Временными гигиеническими нормативами "Временные нормативы допустимого содержания нитратов в продуктах растительного происхождения для Сахалинской области. ГН 2.3.2.1276-03"), (выдержки).

4. Установленные нормы ПДК нитратов согласно постановлению Главного государственного врача РФ от 14.11.2001 № 36.

5. Приложение 1 к СанПиН 2.3.2.1078-01, утвержденным Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14 ноября 2001 г. N 36 (выдержки).

6. Токсикологическая оценка диоксида серы <http://www.airlife.ru/?m=12&a=102>

7. Выдержки из справочника "Благополучие человека" http://www.ocgsen.nnov.ru/SPRAV/b_benzpiren.htm

8. Методика министерства здравоохранения РФ от 07.02.1999 г. № МУ 2.1.7.730-99, приложение 7 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) неорганических химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности (выдержки).

9. Протокол испытаний почвы № 104-107

10. Протокол испытаний почвы № 77-81

11. Протокол испытаний № 227-231

12. Протокол испытаний № 304-305

13. Протокол испытаний № 268-273

14. Протокол испытаний № 300-301

15. Карты – схемы размещения дачных участков СНТ "Строитель".