

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 502.171

Н.И. Никитская, О.В. Макарова**ВЛИЯНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОЙ АВТОДОРОГИ «КАЗАНЬ-ПЕРМЬ»
НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ АГРОЦЕНОЗЫ**Пермская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.Н. Прянишникова,
614000, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23

В работе рассматривается влияние отработавших газов автотранспорта на компоненты фитоценозов придорожных участков, находящихся на территории сельскохозяйственного предприятия. В талых водах обнаружены сульфаты и хлориды. Выявлена фитотоксичность талой воды вблизи автодороги. Рассчитан годовой убыток предприятия при изъятии полосы отвода автомобильной трассы.

К л ю ч е в ы е с л о в а : фитоценозы; автотранспорт; загрязнение почв; сульфаты; хлориды; иммиграция растений.

Автомобильный транспорт является мощным источником загрязнения окружающей среды. На его долю приходится не менее 55 % общей массы газообразных загрязнителей воздуха. В состав выхлопных газов карбюраторных и дизельных двигателей входит около 200 химических соединений, из которых наиболее токсичны оксиды углерода, азота, углеводороды, в т.ч. полициклические ароматические углеводороды (бенз[а]пирен и др.). При сжигании 1 л бензина в воздух поступает 200-400 мг свинца, входящего в состав антидетонационной присадки. Транспорт является также источником пыли, возникающей от разрушения дорожных покрытий и истирания шин [1-4].

Вследствие загрязнения окружающей среды вредными веществами отработавших газов двигателей внутреннего сгорания зоной экологического бедствия становятся промышленные и сельскохозяйственные регионы. Проблема дальнейшего снижения вредных выбросов двигателей все более обостряется ввиду непрерывного увеличения парка эксплуатируемых автотранспортных средств, уплотнения автотранспортных потоков, нестабильности показателей самих мероприятий по снижению вредных веществ в процессе эксплуатации. В денежном исчислении величина ежегодного экологического ущерба (загрязнение атмосферы, шум, воздействие на климат) от функционирования автотранспортного комплекса Российской Федерации достигает 2-3 % валового национального продукта [5].

Транспортные коммуникации являются одной из концентрированных форм воздействия человека на природные экосистемы. Пересекая многообразные рельефы и ландшафты, они изменяют местные гидрологические и геохимические процессы, усиливают придорожные эрозионные и химические эффекты, способствуют обеднению исходной флоры, ее упрощению и унификации. Трансформация экосистемы состоит в изменении её времени и пространстве биотопа, биотических компонентов и биоценологических процессов. По мнению С.А. Бузмакова происходит так называемая «экзогенная трансформация» (деградация) [6].

Стоит отметить, что транспортные коммуникации усиливают иммиграции растений из различных природно-климатических зон на новые территории.

На территории СХПК «Труженик» Краснокамского района Пермского края проходит федеральная трасса с твердым покрытием «Казань–Пермь». В течение суток по этой дороге проезжает большое количество автотранспортных средств, которые являются источником постоянного загрязнения прилегающих фитоценозов и фактором, способствующим расселению видов растений.

Целью данной работы явилось изучение влияния автотранспорта на загрязнение естественных и искусственных фитоценозов СХПК «Труженик» Краснокамского района Пермского края, расположенных вдоль федеральной трассы «Казань–Пермь».

Методы и методики исследования

Расчет выбросов автотранспорта на участке автодороги проведен согласно «Методике определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчётов загрязнения атмосферы городов», утверждённой приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 года.

Агрохимический анализ почвы: гумус – по методу Тюрина в модификации Никитина; рН солевой вытяжки по методу ЦИНАО; гидролитическая кислотность по методу Каппена в модификации ЦИНАО, сумму поглощённых оснований по методу Каппена-Гильковица, подвижные соединения фосфора – фотометрическим методом по Кирсанову. Также в почве было определено содержание меди экстракционно-фотометрическим методом с диэтилдитиокарбаматом свинца, подвижные и кислоторастворимые формы.

Химический анализ талых вод: определение иона хлорида проведено аргенметрическим методом по Морю, сульфатов – турбидиметрическим методом, рН – методом прямой ионометрии.

Определение фитотоксичности снега проведено по методике В.Г. Минеева.

Исследование видового состава растительности в придорожных полосах велось по методике, предложенной Лабораторией гербологии Всероссийского НИИ защиты растений (ВИЗР).

Размер убытков рассчитывался на основании Временных методических рекомендаций по расчету размера убытков, причиненного собственникам земельных участков, землепользователям, землевладельцам и арендаторам земельных участков изъятием для государственных или муниципальных нужд или временным занятием земельных участков либо ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц, утвержденных Российским земельным кадастром.

Объекты исследования

Объекты исследования – агрофитоценозы СХПК «Труженик» Краснокамского района Пермского края, расположенные вблизи автотрассы федерального значения Р-242 «Казань–Пермь» в 10 км от г. Краснокамска и придорожные полосы. Агрофитоценоз №1 – поле ячменя и агрофитоценоз №2 – поле картофеля. Ширина придорожных полос – 15 м. Почва – дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Для проведения исследования отобраны образцы почв в разной удалённости от трассы в соответствии с розой ветров по обеим сторонам дороги (на обочине, на полосе отвода, 20; 50; 100, 200; 300 и 500 м от дороги). Исследования проведены в 2010-2011 гг.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследование интенсивности автомобильного движения показало, что большую долю в течение всего дня в будни и выходные занимают легковые автомобили. Причём в будни наибольшее количество легковых машин наблюдалось в утренние часы, а в выходные – в вечерние. Поскольку данная трасса имеет федеральное значение, довольно большую долю занимают тяжёлый грузовой транспорт (особенно в будни) и автобусы. В выходные количество транспорта составляет 604,5 автомобилей в среднем за час, а в будни – 893 автомобиля, т.е. в 1,5 раза больше, чем в выходные.

Концентрация угарного газа в атмосферном воздухе согласно расчетам составила в среднем 11,73 мг/м³ в будние дни и 6,41 мг/м³ в выходные дни. Таким образом, ПДК с.с. (3 мг/м³) в будни превышает почти в 4 раза, а в выходные дни – более чем в 2 раза. Максимальная концентрация составила 20,15 мг/м³, что превышает ПДК м.р. (5 мг/м³) в 4 раза, минимальная концентрация – 3,4 мг/м³, что не превышает ПДК м.р.

Анализируя полученные данные, можно говорить о том, что наибольший удельный вес в автотранспортном потоке в будни и выходные составляет легковой автотранспорт (2/3 от всего потока) и тяжёлый грузовой. Соотношение количества автотранспорта говорит о том, какую долю каждый из этих типов автомобилей внесет в загрязнение окружающей среды.

Расчёт пробеговых выбросов определялся по методике определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчётов загрязнения атмосферы городов (рис. 1). Он показал, что автотранспорт, проезжая 2-километровый участок автодороги, выбрасывает следующие загрязняющие вещества (т/год): СО – 75,13 (71,34 %); NO_x – 13,02 (12,36 %); углеводороды – 15,11 (14,36 %); сажа – 0,30 (0,28 %); SO₂ – 1,54 (1,46 %); формальдегид – 0,16 (0,15 %); бенз(а)пирен – 12,1*10⁻⁶ (меньше 0,01%); свинец – 0,0512 (0,05 %).

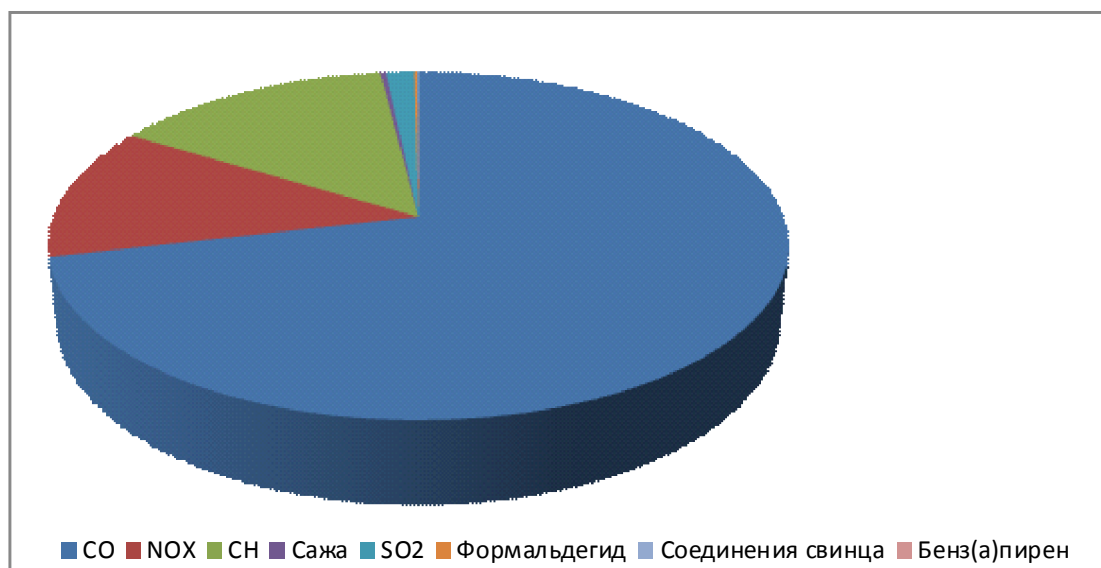


Рис. 1. Суммарный выброс веществ в год на участке дороги 2 км, %

Анализируя полученные данные, можно сказать, что в наибольшем количестве транспортом выбрасывается угарный газ, но он является наименее токсичным для окружающей среды, так как активно утилизируется почвенными организмами и, окисленный до углекислого газа, поглощается растениями.

Химический анализ талых вод показал (рис. 2), что pH, содержание хлоридов и сульфатов в снеге находятся в прямой зависимости от удалённости от автодороги.

Так, чем ближе к дороге, тем сильнее идёт подкисление (от 6,0-6,2 у обочины до 7,6-7,8 на 500 м), и тем больше содержание хлоридов в снеге (от 31,3-31,6 мг/л у обочины до 11,2-11,3 мг/л на 500 м). Это объясняется тем, что в зимний период для предотвращения образования гололёда на дороге используют смесь, содержащую хлорид натрия. При исследовании снега на сульфаты выявилась аналогичная ситуация: наибольшее содержание сульфатов в снеге оказалось в образцах, взятых на расстоянии до 50 метров от дороги (22,1-12,7 мг/л), а наименьшее – 4,3-4,4 мг/л на расстоянии в 500 м.

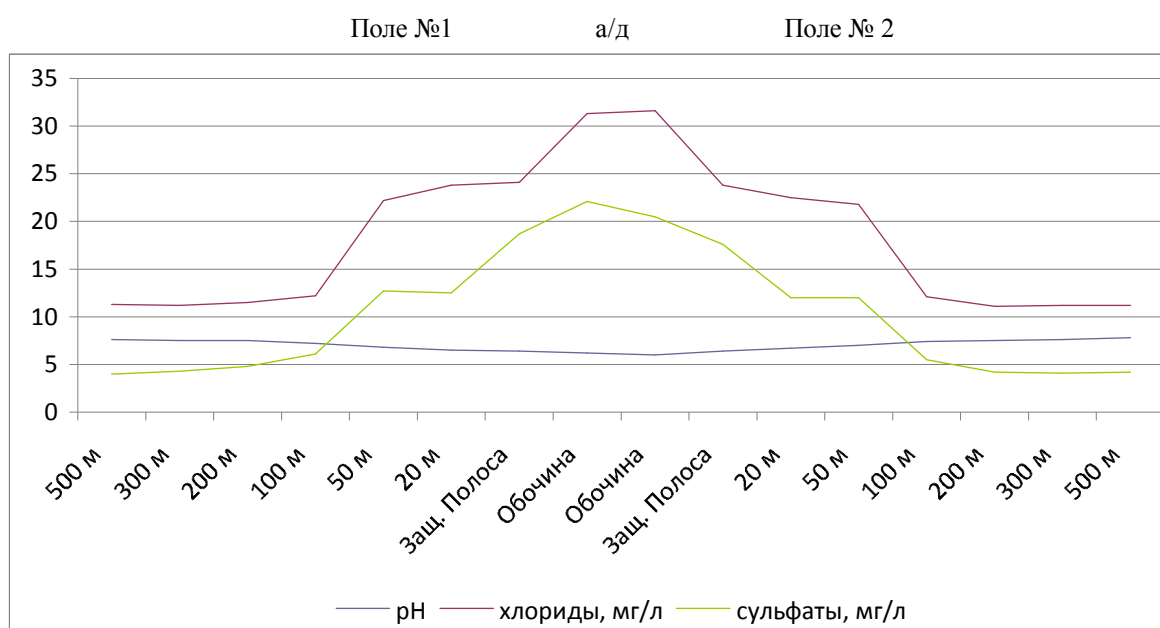


Рис. 2. Содержание сульфатов, хлоридов и показатели pH в талой воде в зависимости от удалённости от трассы

Таким образом, автодорога и автотранспорт являются источником образования хлоридов и сульфатов, которые оседают с осадками и переносятся с пылью на участки, удалённые от дороги, причём большее их количество оседает на расстоянии до 50 метров от дороги.

Наибольшее количество пыли (табл. 1) обнаружено в снеге, отобранном с обочин автодороги и в защитных полосах (2,4 и 0,24 г/500 мл соответственно), что объясняется разбрызгиванием грязи с автодороги.

Таблица 1

Запылённость снега, г в 500 мл талой воды

Расстояние от дороги, м	1 поле	2 поле
У обочины	2,31	2,38
Защитная полоса, 10	0,24	0,33
20	0,14	0,13
50	0,02	0,02
100	0,05	0,03
200	0,02	0,02
300	0,02	0,03
500	0,03	0,02

Однако довольно большое количество пыли содержится и в образцах, взятых на расстоянии 20 м от дороги (0,14 г/500 мл), там, где начинается поле и посадки культурных растений. В пыли могут содержаться вещества, обладающие фитотоксическим эффектом, в том числе и тяжёлые металлы, которые снижают ферментативную активность почвы и, как следствие, снижается гумус и плодородие почвы. Кроме того, продукция, выращенная на данной территории, может быть опасна для человека при употреблении её в пищу, так как в продукции, выращенной на загрязнённых землях, могут быть превышены ПДК по многим показателям.

Изучение фитотоксичности талых вод проводилось на семенах редиса сорта в течение 18 дней (табл. 2). Данные полученных результатов показывают, что наименьшая всхожесть отмечена у семян, пророщенных на образцах, отобранных на расстоянии 20 метров от дороги – 83,3 % для первого поля и 85,3 % для второго, что меньше по сравнению с контролем (водопроводная вода) на 20 % и 17,2 % соответственно. 100 %-ная всхожесть отмечена лишь в контрольном варианте. В образцах, отобранных на расстоянии 20 м от дороги, отмечено существенное различие в сравнении с контролем. В остальных образцах существенного различия с контролем не выявлено. Дисперсионный анализ полученных данных показал: разница с контролем наблюдается только в 20 м и 50 м от автодороги на первом поле и в 20 м на втором поле, в остальных вариантах разница не существенна. Аналогичные результаты получены и при анализе длины корней редиса.

Таблица 2

Фитотоксичность талых вод придорожных участков

Вариант		Всхожесть, %	Длина корней, мм
1 поле	20 м	83,3	32
	50 м	96	50,7
	100м	98	58
	200м	98,6	64,7
2 поле	20 м	85,3	37,7
	50 м	98	57
	100 м	98,6	60,3
	200 м	99,3	61,7
Контроль (H ₂ O)		100	61,3
НСР ₀₅		5,72	5,46

Анализируя полученные данные, можно сказать, что наибольший фитотоксический эффект проявился до 50 м от дороги. Это можно объяснить тем, что наибольшее количество поллютантов оседает в 50 м от автодороги.

Тяжёлые металлы, входящие в состав газов и минеральной пыли, разрушительно влияют на природные сообщества, в т.ч. и микробные. Поступая в почву, тяжёлые металлы в первую очередь влияют на биологические свойства: изменяется общая численность микроорганизмов, сужается их видовой состав (разнообразие), изменяется структура микробиоценозов, падает интенсивность основных микробиологических процессов, активность почвенных ферментов и т.д. Всё это в итоге ведёт к частичной, а в некоторых случаях к полной утрате плодородия почв [7]. Агрохимический анализ показал, что во всех образцах почвы содержание гумуса низкое и колеблется от 1,0 % до 2,7 %. Вблизи от дороги, на расстоянии до 50-100 м, содержание гумуса значительно ниже, чем в значительной удалённости от дороги, что объясняется интенсивностью действия ОГ ДВС. рН (КС) среднее на первом поле составило 6,3, а на втором поле – 5,7 поэтому эти почвы характеризуются как нейтральные и близкие к нейтральным. Содержание доступного фосфора на исследуемых участках среднее (6,0 мг/100г почвы). Сумма поглощённых оснований в образцах, как и гумус, увеличивается с удалением от дороги.

Таким образом, характеристика почв по основным агрохимическим показателям говорит о том, что для роста и развития растений оптимальными являются почвы, находящиеся на расстоянии 100 м от дороги. ОГ ДВС не повлияли на изменение агрохимических свойств почв, расположенных на расстоянии 100 м от дороги.

Анализ почвенных образцов на содержание в них меди показал, что если учитывать, что ПДК подвижных форм меди в почве 3 мг/кг, следовательно, можно говорить о том, что ПДК по содержанию меди в исследуемой почве не превышено. Подвижные формы меди обнаружены только в двух пробах, на расстоянии 20 и 50 м от дороги (2,5 и 2,3 мг/кг почвы соответственно). Хотя ПДК по меди и не превышено, но результаты исследования показывают тенденцию увеличения кислоторастворимых форм меди по мере приближения к автодороге, причём резкое увеличение содержания меди наблюдается в 50 м от дороги. Несомненно, это связано с распространением загрязнений от автотранспорта. Логично будет предположить, что такая же картина будет наблюдаться и в отношении других элементов, в частности тяжёлых металлов.

В соответствии с ГОСТом 17.5.3.02-90 [8], ширину защитных лесополос вдоль дорог исчисляют от границы полосы отвода земель транспорта, но не менее 15 м от основания земляного полотна железной или автомобильной дороги. В данной точке исследования защитных лесополос нет, посадки сельскохозяйственных растений начинаются на расстоянии 15 метров от автотрассы.

Древесная растительность придорожных полос представлена четырьмя видами. Берёза повислая (*Betula pendula Roth*) в придорожной полосе высажена в один ряд, на расстоянии 7-15 м друг от друга. По всей длине придорожных полос имеются довольно длинные участки, не занятые древесной растительностью. Высота деревьев в среднем составляет 10-15 метров. Встречается и молодой подрост берёзы. Также в придорожной полосе произрастают вяз приземистый (*Ulmus pumila*), липа мелколистная (*Tilia cordata Mill*) и ива козья (*Salix caprea L.*). Высота этих растений достигает 5 м.

В результате исследования в придорожных полосах обнаружено 29 видов травянистых растений, относящихся к 13 семействам и 25 родам. Из однодольных растений все виды представлены семейством мятликовых. Среди двудольных по количеству видов преобладают семейства сложноцветных (7 видов) и зонтичных (4 вида). В числе видов преобладают сорные (*Sonchus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Elytrigia répens* и др.) и медоносные (*Trifolium pratense*, *Arctium láppa*, *Melilotus officinalis L.* и др.) растения, встречаются лекарственные (*Equisetum arvense L.*, *Tanacetum vulgare L.* и др.) и ядовитые (*Ranunculus arvensis*, *Heracléum sosnowskyi*) растения.

Виды, которые произрастают в полосах отвода, устойчивы к загрязнению воздуха, однако в связи с отсутствием лесозащитной полосы как таковой, растения придорожной полосы не справляются с функциями, возложенными на лесозащитные полосы, такими, как уменьшение распространения выхлопных газов и минеральной пыли и очищение воздуха.

В связи с угрозой здоровью человека обеспокоенность вызывает обеднение видового состава вследствие разрастания зарослей борщевика сосновского (*Heracléum sosnowskyi*). Местами его проективное покрытие достигает 90-95 %, причём он отличается хорошей жизнеспособностью и высоким ростом. Активное расселение борщевика вдоль дорог связано, по всей видимости, переносом семян на расстоянии с вихревыми потоками, образующимися вследствие прохождения транспорта, а также переносом семян растений на частях транспорта. Опасность расселения борщевика, кроме воздействия его на естественные биоценозы и засорения агроценозов, связано ещё и с расселением его вдоль малых и средних рек. Трасса Р242 по своей протяжённости пересекает множество рек и, если не организовать систему мониторинга и уничтожения борщевика Сосновского, то, учитывая опас-

ность фотохимических ожогов, через несколько десятилетий в летнее время реки окажутся закрытыми для рекреационного использования.

Определение эколого-экономической эффективности сельскохозяйственного производства осуществляется на основе расчетов показателя эколого-экономического ущерба.

Эколого-экономический ущерб – это выраженные в стоимостной форме фактические или возможные убытки, причиняемые сельскому хозяйству в результате ухудшения качественного состояния природной среды, или дополнительные затраты на компенсацию этих убытков. Эколого-экономический ущерб, наносимый земле, используемой в сельском хозяйстве в качестве основного средства производства, проявляется в стоимостной оценке качественного ухудшения ее состояния, выражающегося прежде всего в снижении почвенного плодородия и потерях продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Расчёт ущерба показал, что при изъятии полосы отвода автомобильной трассы Р242 «Казань–Пермь» из сельскохозяйственного производства в СХПК «Труженик» годовой убыток составит 659924,85 рублей.

Проведённые исследования показали, что непосредственная близость автодороги отрицательно влияет на компоненты фитоценозов. Практика сельского хозяйства еще не в полной мере учитывает влияние на полевые культуры такого мощного антропогенного фактора. Загрязнение окружающей среды токсичными компонентами отработавших газов приводит к большим экономическим потерям в хозяйстве.

Библиографический список

1. Скинтин Л.Н., Ваймер А.А., Квашина Ю.А. [и др.] Загрязнение кадмием и свинцом почв в зоне автомагистрали // Плодородие. 2007. № 3. С. 37-38.
2. Миронов А.А., Евгеньев И.Е. Автомобильные дороги и охрана окружающей среды. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1986. 284 с.
3. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Тяжелые металлы как суперэкоотоксиканты 21 века. М.: Изд-во РУДН, 2002. 140 с.
4. Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В.Ф. Экоотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. М.: Агроконсалт, 1999. 176 с.
5. Бузмаков С.А. Концепция антропогенной трансформации экосистем для решения задач по восстановлению и сохранению природной среды // Антропогенная трансформация природной среды: материалы междунар. конф. (18-21 октября 2010г.). Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. Т.1., ч.1. С.12-19.
6. Салова Т.Ю., Громова Н.Ю., Шкрабак В.С. Основы экологии. Аудит и экспертиза техники и технологии. СПб.: Издательство «Лань», 2004. 336с.
7. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. М.: Высшая школа, 2001. 273 с.
8. ГОСТ 17.5.3.02-90 Охрана природы. Земли. Нормы выделения на землях государственного лесного фонда защитных полос вдоль железных и автомобильных дорог (введен в действие 01.01.1991): Строительный ОФИС. – 2011 [электронный ресурс]. – URL: http://www.stroyoffis.ru/gost_ohrana_pr/gost_17_5_3_02_90/gost_17_5_3_02_90.php

Nikitskaya N.I., Makarova O.V.

THE INFLUENCE OF THE FEDERAL HIGHWAY «KAZAN-PERM» ON THE ADJACENT PHYTOCOENOSES

This paper examines the impact of exhaust gases of vehicles on the components of plant communities bordering areas in the territory of the agricultural enterprise. In the melt waters were found sulfates and chlorides. Is defined phytotoxicity meltwater near the road. Was calculated loss of agricultural enterprises to the exclusion zone of the road.

К е у в о р д с : phytocoenoses; vehicles; pollution of soil; sulfates; chlorides; immigration plants.