

болезням, не оказывая при этом отрицательного влияния на биосферу.

В настоящее время актуальным становится вопрос о необходимости различать экономическую, энергетическую и экологическую цены урожая.

На данный момент наиболее прогрессивной формой организации защиты растений от вредных организмов являются системы мероприятий, включающие нехимические методы борьбы. Биологическая борьба на сегодняшний день стала полноправным компонентом интегрированных программ борьбы со многими вредителями и болезнями на целом ряде сельскохозяйственных культур. Предпосылкой этому является возросший интерес общественности к охране окружающей среды и объективная оценка экологических последствий применения пестицидов [4].

Система биологических мер борьбы с болезнями подсолнечника, включает:

- защиту семян от внешней, внутренней и почвенной инфекции;
- снижение запаса инфекции в почве и, как следствие, сокращение поражения патогенами вегетирующих растений;
- защиту вегетирующих растений методами оперативного сдерживания;
- подавление комплекса патогенов в семенном материале в период хранения [5].

Для создания биологических препаратов ведется поиск, выделение и широкий скрининг микроорганизмов с выявлением новых штаммов антагонистов, обладающих различными механизмами действия. Активные штаммы оценивают на фитотоксичность и ростостимулирующую активность.

Кроме того, устанавливается совместимость биопрепаратов с перспективными инсектицидами, фунгицидами и биологически активными веществами с целью применения данных препаратов в интегрированной защите подсолнечника от вредителей и болезней [5].

Исследования по разработке биологических средств защиты растений ориентированы на дальнейшую разработку эффективного, экологически безопасного метода снижения вредоносности болезней на подсолнечнике и других масличных культурах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Солдатов В.В., Пивень В.Т. Биологические особенности и вредоносность патогенных грибов рапса //Болезни и вредители масличных культур (сборник научных работ). – Краснодар, 2006. – С. 97-107.
2. Ермакова Н.В. Видовой состав насекомых-вредителей запасов семян подсолнечника //Болезни и вредители масличных культур (сборник научных работ). – Краснодар, 2006. – С. 131-135.
3. Подсолнечник [Монография]. Под общ. ред. акад. Пустовойта В.С. М., Колос, 1975. – С. 391-456.
4. Шипиевская Е.Ю. Условия культивирования штаммов грибов из рода *Penicilium* - антагонистов возбудителя фомопсиса, для производства биопрепаратов на их основе //Болезни и вредители масличных культур (сборник научных работ). – Краснодар, 2006. – С. 77-81.

5. Бочкарев Н.И., Крохмаль С.Д. История научных исследований во ВНИИМЖе. Краснодар, 2003. – С. 273-281.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Павлов И.Н.

*Сибирский государственный
технологический университет,
Красноярск*

Масштабы повреждения лесных насаждений выбросами промышленных предприятий свидетельствуют о том, что загрязнение становится всевозрастающим, лимитирующим, а в отдельных случаях и летальным фактором окружающей среды для жизнедеятельности растительных организмов.

По экспертным оценкам, общая площадь повреждения лесов России составляет 1,3 млн. га и охватывает все природные зоны страны (Васильева и др., 2000). Наиболее токсичными для биосферы считаются, несомненно, алюминиевые заводы, что обусловлено присутствием в аэровыбросах высокоагрессивных фторидов, действие которых синергетически усиливают другие поллютанты (Михайлова, Бережная, 2002). В районе Братска повреждено свыше 80 тыс. га (алюминиевый, кремниевый заводы, БЛПК), Мончегорска – около 50 тыс. га зеленых насаждений (Мартьянюк и др., 1998).

К недостаткам существующей системы нормирования техногенного загрязнения следует отнести: ориентация только на гигиенические нормативы, что недооценивает долговременный отклик, а также не отражает отрицательного воздействия выбросов на окружающую среду; не учитывается взаимодействие между различными токсичными соединениями, низкая эффективность при ограниченном числе постов и нерегулярности наблюдений, отсутствие учета региональной специфики (климат, рельеф, растительность). Адекватная оценка поражений окружающей среды возможна только на основе экологического нормирования – более жесткой, но в то же время более гибкой системы управления качеством атмосферного воздуха.

В качестве критериев для экологического нормирования предлагается использовать биологические индикаторы (лишайники, мхи, грибы, деревья и кустарники). Каждое растение можно рассматривать как пункт стационарного наблюдения, осуществляющего кумулятивную оценку загрязнения атмосферного воздуха. На основе реакции этих биоиндикаторов (включая накопление токсичных веществ в органах) может быть осуществлено установление лимитов загрязнения атмосферного воздуха и региональные принципы организации санитарно-защитных зон.

ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Биологический мониторинг окружающей среды возможен по функциональным (прирост биомассы в единицу времени, изменение окраски листьев, аккумуляция продуктов техногенеза живыми организмами).

ми, ход биохимических и физиологических процессов) и структурным (численность и состав видов) признакам. Информация о концентрации загрязняющих веществ в воздухе, почве и органах растений не отражает реальную нагрузку на биоценоз и не позволяет прогнозировать возможные эффекты их воздействия без изучения ответной реакции всех составляющих элементов растительного сообщества.

Поражение растений начинается с поступления токсичных соединений в их органы с последующим воздействием на различные клеточные процессы. На более высоких уровнях организации живого (организм, популяция, биоценоз) воздействие стрессов (и загрязнения) различимо только благодаря появлению внешних симптомов повреждения (хлороз, некроз, снижение прироста биомассы, гибель чувствительных видов), после того, как наступила граница адаптационной способности и системы становятся нестабильными.

Прирост биомассы в единицу времени зависит от обмена веществ в растительном организме. Чаще всего исследуют только 1–2 морфометрических параметра. Однако в литературе отмечается различная реакция органов растений, иногда даже полярно противоположная. Так, у псевдотсуги увеличение содержания фторидов в хвое вызвало, с одной стороны, уменьшение радиального прироста, а с другой – удлинение хвои (Хальбваш, 1988). Изучение большого количества признаков без определенной системы сопряжено с огромными трудностями.

В биологическом мониторинге важны прежде всего лишь те признаки, которые обнаруживают наибольшую изменчивость при переходе из одних условий в другие. В большинстве случаев наблюдаемые признаки лишь косвенно характеризуют изучаемое явление. В то же время существует определенное количество факторов, свойств, число которых меньше наблюдаемых признаков, но которые четко определяют их значения.

Основная задача обработки – выделение этих факторов, что позволяет «сжать» информацию, содержащуюся в большом количестве измеряемых признаков. Факторы могут либо выбираться из числа исходных параметров, либо определяться по совокупности исходных признаков, например, как линейные комбинации. При формировании новой системы факторов к ним предъявляются следующие требования: наибольшая информативность с точки зрения правильного разделения на классы; взаимная некоррелированность; наименьшее искажение внутренней и внешней геометрической структуры множества исходных наблюдений (Айвазян и др., 1974).

К методам сокращения размерности факторного пространства, т. е. пространства исследуемых признаков, относятся метод главных компонент и факторный анализ. Метод главных компонент применяется при анализе основных линий изменчивости признаков. Если изучаемые признаки измеряются в различных единицах, то результаты исследования будут зависеть от выбора масштаба и природы единиц измерения. В данном случае необходим переход к вспомогатель-

ным безразмерным признакам, например, с помощью нормируемого преобразования (Айвазян и др., 1974).

Объекты исследований расположены в зоне влияния выбросов Братского и Красноярского алюминиевых заводов. В качестве контроля были выбраны площади, находящиеся на значительном удалении от заводов с наветренной стороны при отсутствии рядом других источников загрязнения. Тем не менее следует признать, что контроль из-за повсеместного фонового загрязнения не является абсолютным.

Изучены следующие виды деревьев и кустарников: сосна обыкновенная, лиственница сибирская, ель сибирская, пихта сибирская, сосна кедровая сибирская, береза повислая, тополи бальзамический и белый, ивы корзиночная и козья, черемухи Маака и обыкновенная, вязы приземистый и гладкий, карагана древовидная, кизильник черноплодный, клен ясенелистный, дерен белый.

В зоне, наиболее неблагоприятной для произрастания древесных пород (под факелом на удалении 0,5–1 км), подробно исследованы годовые приросты (линейный прирост, диаметр у основания, средняя площадь и площадь живой части листа, количество листьев, а также масса листьев и древесины побега в воздушно-сухом состоянии) на боковых побегах деревьев и кустарников.

ОБСУЖДЕНИЕ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Из всех изученных показателей более чувствительным к загрязнению воздуха является уменьшение живой, без некрозов, площади листа по сравнению с площадью листьев в условиях контроля (табл. 1). У черемухи данный показатель составляет 11 %. У наиболее устойчивой ивы козьей – 54 %, в то время как общая площадь листа соответственно составляет 25 % и 58 %. Для большинства пород, кроме березы, наиболее консервативным параметром является количество листьев на побеге. Наибольшее снижение по данному критерию характерно для тополя, караганы и черемухи (60–64 % от контрольного числа), наименьшее – для ивы и вяза (соответственно 75 и 88 %).

У березы, в отличие от вышеперечисленных пород, наиболее консервативен диаметр у основания текущего годового прироста побегов (44 % от контроля). Количество листьев в условиях промышленного загрязнения составляет 36 % от контрольных значений.

Интересная закономерность обнаружена при анализе изменчивости абсолютно-сухой массы листьев ($M_{л}$) и массы стволика побега ($M_{п}$). Казалось бы, листья в силу того, что они являются основными акцепторами загрязненного воздуха, должны в большей степени страдать от токсикантов. Однако снижение $M_{п}$ более сильное, чем снижение $M_{л}$ и составляет для наиболее устойчивой породы, коей является ива, 34 % и 39 % от контроля, для черемухи – 8 % и 17 %. Возможно, это вызвано консервативностью количества листьев на побеге и формированием более толстых листьев (Сергейчик, 1984).

Таблица 1. Морфометрические показатели текущего годичного прироста побегов

Порода	Условия роста	Длина побега, см	Диаметр у основания, см	Площадь листа, см ²	Кол-во листьев, шт.	Масса в воздушно-сухом состоянии, г		Площадь живой части листа, см ²	Некроз листа, %
						листьев	побега		
Тополь бальзамический	1 *	23,8	0,51	25,4	15	3,24	1,31	25,4	0
	2	11,2	0,30	10,1	9	0,87	0,30	9,5	4
Вяз приземистый	1	32,2	0,20	13,6	17	1,44	0,45	13,6	0
	2	15,0	0,11	2,3	15	0,19	0,05	2,1	9
Карагана древовидная	1	18,1	0,44	20,1	16	3,22	1,30	20,1	0
	2	7,3	0,23	6,5	10	0,50	0,14	5,7	12
Ива козья	1	24,5	0,43	27,8	12	4,11	1,86	27,8	0
	2	15,1	0,31	16,2	9	0,60	0,63	15,0	6
Береза повислая	1	23,6	0,25	16,5	11	1,45	0,54	16,5	0
	2	6,0	0,11	4,1	4	0,16	0,03	2,8	31
Черемуха обыкновенная	1	29,9	0,42	33,2	14	2,66	1,55	33,2	0
	2	8,3	0,19	8,3	9	0,45	0,12	3,7	55

Примечание. *1 – контроль; 2 – под факелом алюминиевого завода, придорожные посадки.

Для оценки связи между различными показателями, характеризующими текущие годичные побеги, использована программа компонентного анализа, по которой производился расчет матрицы коэффициентов корреляции и факторных нагрузок для каждого признака. Значения факторных нагрузок, дающих представление об информативности и репрезентативности показателей, представлены в таблице 2.

Факторные нагрузки имеют форму коэффициентов корреляции. В данном случае имеется в виду корреляция между данным показателем и некоторым фактором (Окунь, 1974). Чем выше коэффициент кор-

реляции, тем в большей степени показатель «наполнен» данным фактором. Знаки коэффициентов не играют существенной роли. Они могут служить только для индикации противоположных тенденций на компоненте.

Первичные факторные нагрузки формируют три главные компоненты. Основная информация о специфике вегетативного роста содержится в одной первой главной компоненте (суммарная информативность – 74 %).

Таблица 2. Результаты обработки данных методом главных компонент

Показатель	Первичные факторные нагрузки			Факторные нагрузки после ротации					
	1	2	3	1	2	3	4	5	6
Длина побега	0,805	-0,439	0,176	0,805	0,420	0,816	0,427	0,784	0,274
Диаметр у основания побега	0,896	0,332	-0,054	0,896	0,927	0,229	0,915	0,138	0,244
Площадь листа	0,944	0,229	0,097	0,944	0,910	0,341	0,912	0,309	0,164
Количество листьев на побеге	0,644	-0,645	0,265	0,644	0,170	0,895	0,188	0,906	0,210
Масса листьев, М _л	0,939	0,215	0,080	0,939	0,898	0,349	0,898	0,309	0,182
Масса стволика побега, М _с	0,942	0,256	0,093	0,942	0,923	0,317	0,924	0,286	0,157
Отношение М _л /М _с	-0,928	-0,115	0,133	-0,928	-0,832	-0,426	-0,810	-0,278	-0,398
Некроз листа	-0,729	0,404	0,541	-0,729	-0,377	-0,744	-0,312	-0,382	-0,863
Информативность, %	73,970	13,246	5,494	73,970	54,809	32,407	53,739	24,379	14,592
Суммарная информативность, %	–	92,709	–	73,97	87,216	–	92,709	–	–
Уровень значимости для проверки достаточности числа учтенных факторов	–	–	–	0,004	0,004	–	0,000	–	–

Для получения содержательной интерпретации главных компонент целесообразно разделить коэффициенты каждого собственного вектора на его наибольший по абсолютной величине коэффициент и обосновать раскрытие смысла на тех коэффициентах, абсолютные величины которых после такого деления больше или равны 0,7 (Справочник ..., 1990). Самыми представительными показателями вегетативного роста, имеющими универсальные связи с другими признаками, следует считать: площадь листа, масса листьев и побегов.

Для облегчения интерпретации факторных нагрузок по компонентам целесообразно ортогональное преобразование факторов, что не меняет факторного разложения ковариационной матрицы (Справочник ..., 1990). Факторы при этом преобразовывают таким образом, чтобы как можно больше нагрузок было близко к нулю, что упрощает объяснение.

После ротации выделены три комплекса: с одной, двумя и тремя главными компонентами. Суммарная информативность увеличивается с дополнением числа компонент. Почти вся информация (92,7 %) о специфике вегетативного роста в условиях атмосферного и почвенного загрязнения содержится в первых трех главных компонентах.

Факторные нагрузки после ротации, в комплексе из трех компонент, образуют более упорядоченную структуру главных компонент (более четко выделены по факторным нагрузкам признаки, образующие главные компоненты). Первая главная компонента имеет большие нагрузки для признаков, характеризующих прирост биомассы (масса стволика побега, диаметр у основания побега, масса и площадь листьев на побеге). Вторая главная компонента дифференцирует растения по структуре побега, которая зависит, в основном, от количества листьев. В третьей главной компоненте максимальную нагрузку несет признак, характеризующий некроз листьев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование метода главных компонент в экологических исследованиях позволяет осуществить: определение наиболее информативных признаков и их совокупностей с указанием факторных нагрузок, с которыми они входят в изучаемую систему; сжатие информации путем уменьшения количества изучаемых признаков; оценку направления влияния признаков; анализ структуры; преобразование исходных данных в систему линейно-независимых признаков.

Для мониторинга техногенного загрязнения наиболее целесообразно определение площади листьев, имеющих большую информативность и чувствительность в сравнении с другими изученными биометрическими показателями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазян С. А., Бежаева З. И., Староверов О. В. Классификация многомерных наблюдений. – М.: Статистика, 1974. – 240 с.
2. Васильева Н. П., Гитарский М. Л., Карабань Р. Т., Назаров И. М. Мониторинг повреждаемых загрязняющими веществами лесных экосистем России //Лесоведение. – 2000. – № 1. – С. 23–31.

3. Мартынюк А. А., Боронин Ю. Б., Костенко А. В., Ромашкевич Б. В. Нормирование техногенного воздействия на лесные экосистемы //Лес. х-во. – 1998. – № 1. – С. 25–27.

4. Михайлова Т. А., Бережная Н. С. Динамика состояния сосновых лесов при изменении эмиссионной нагрузки //Сиб. экол. ж. – 2002. – № 1. – С. 113–120.

5. Окунь Я. Факторный анализ. – М.: Статистика, 1974. – 200 с.

6. Сергейчик С. А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды. – Минск: Наука и техника, 1984. – 168 с.

7. Справочник по прикладной статистике /Под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана. – Т. 2. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 526 с.

8. Хальбваш Г. Реакция организмов высших растений на загрязнение атмосферы двуокисью серы и фторидами //Загрязнение воздуха и жизнь растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 206–246.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ДОМИНАНТА ВОДЫ

Петров И.М., Петров М.Н.
Красноярский государственный
технический университет,
Красноярск

В последнее время появились работы по информативным свойствам воды.

Японский исследователь Масару Емото (Masaru Emoto) приводит удивительные доказательства информативных свойств воды. За время работы он сделал более 10000 фотографий, некоторые из них опубликованы в его книгах "The Messages from Water" 1, 2 и "Water knows the answer".

Доктор Емото использовал Анализатор Магнитного Резонанса (MRA) для нескольких функций, включая качественный анализ воды. Он заметил, что никакие два образца воды не образуют абсолютно, похожих кристаллов, и что форма кристаллов отражает свойства воды. Согласно доктору Емото, современная медицина сосредотачивает свои наблюдения на молекулярном (химическом) уровне. Однако чтобы успешно заниматься лечением, нужно обратиться глубже молекулярного уровня — на уровень атомов, и даже микрочастиц.

Согласно доктору Емото, в основе любой сотворенной вещи лежит источник энергии ХАДО (HADO) — вибрационная частота, волна резонанса. (ХАДО — определенная волна колебаний электронов атомного ядра). Поле магнитного резонанса всегда присутствует везде, где существует ХАДО. Таким образом, ХАДО может интерпретироваться непосредственно как область магнитного резонанса, которая является одним типом электромагнитной волны. MRA измеряет магнитный резонанс ХАДО. После своей работы с MRA доктор Емото заключил, что, «все вещи лежат в пределах вашего собственного сознания». Таким образом, он верит, что мы должны стараться поднимать наш уровень ХАДО, например, посылая благословение нашей пище, пить воду, не накапливая отрицательных эмоций. В лаборатории были исследованы