

ница составляет 24–43 г/м², на гари 22–23 лет – 44 г/м², а на гари 58–61 лет она колеблется в пределах 26–113 г/м².

Выводы. Анализ фитомассы живого напочвенного покрова выявил основные закономерности динамики травяно-кустарничкового покрова на гарях Центральной Якутии. Наибольшей величины фитомасса достигает на ранней стадии сукцессии за счет заселения крупнотравных видов. С заселением злаков и разнотравья фитомасса понижается. По мере заселения гари лесными видами происходят стабилизация и постепенное увеличение фитомассы.

Литература

1. Щербаков И. П., Забелин О. Ф., Карпель Б. А. и др. Лесные пожары в Якутии и их влияние на природу леса. – Новосибирск, 1979.
2. Абаимов А.П., Прокушкин С.Г., Зырянова О.А. Эколого-фитоценотическая оценка воздействия пожаров на леса криолитозоны Средней Сибири // Сиб. экол. журн. – 1996. – № 1. – С. 51–60.
3. Цветков П.А. Лесовозобновительная роль пожаров в северотаежных лиственничниках Средней Сибири // Сиб. экол. журн. – 1996. – № 1. – С. 61–66.
4. Комарова Т.А. Послепожарные сукцессии в лесах Южного Сихотэ-Алиня. – Владивосток, 1992.
5. Комарова Т.А. Динамика продуктивности травянистых растений в ходе послепожарных сукцессий в лесах Южного Сихотэ-Алиня // Бот. журн. – 1996. Т. 81, № 6. – С. 50–62.
6. Ипатов В.С., Герасименко Г.Г., Трофимец В.И. Сухие сосновые леса на песках как один тип леса // Бот. журн. – 1991. – № 6. – С. 818–824.
7. Данилов М.Д. Роль и значение отдельных видов травянистых растений в образовании мертвого покрова на гарях и лесосеках // Сб. Поволжского лесотехн. ин-та. – Йошкар-Ола, 1945. – Вып. 2. – С. 1–7.
8. Карелина А.А. Кипрейно-паловые вырубki в Квандозерском лесничестве // Основы типологии вырубok и ее значение в лесном хозяйстве. – Архангельск, 1959. – С. 130–145.
9. Комарова Т.А. О некоторых закономерностях вторичных сукцессий (на примере послепожарного лесовосстановительного процесса) // Журн. общ. биол. – 1980. – № 3. – С. 397–405.
10. Перевозникова В.Д. Эколого-ценотические особенности кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub.) на вырубках сосновых лесов // Ботанические исследования в Сибири. – Красноярск, 1998. – Вып. 6. – С. 77–82.
11. Чугунова Р.В. Гари Южной Якутии и их лесовозобновление // Леса Южной Якутии. – М., 1964. – С. 110–143.
12. Исаев А.П. Лиственничные леса среднетаежной подзоны Якутии и лесовозобновление на вырубках: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 1993.
13. Юдина В.Ф., Белоногова Т.В., Колупаева К.Г. и др. Брусника. – М., 1986.

Поступила в редакцию 10.09.2013

УДК 613.425(571.56–25)

Воздействие на некоторые физические свойства почв в пригородной зоне г. Якутска

Д.Д. Саввинов, А.Г. Тимофеев, Д.В. Ковальский, М.П. Макарова

Приведены первые предварительные результаты эколого-почвенных исследований, проведенных в районе среднего течения р. Лена. Основными объектами изучения физических свойств почв выбраны мерзлотные лугово-черноземные почвы, широко распространенные в пригородной зоне г. Якутска и интенсивно используемые в сельском хозяйстве, а также как рекреационные территории. Выявлена малая водопрочность макро- и мезоагрегатов, значительная изменчивость объемной массы и водопроницаемости почвы при антропогенном, техногенном и зоогенном воздействиях, что приводит к ухудшению эколого-почвенных условий произрастания как остепненной растительности, так и возделываемых сельскохозяйственных культур. При интенсивной антропогенной нагрузке происходит такое же заметное уплотнение верхних слоев почвы как при техногенном и зоогенном воздействиях, что в свою очередь приводит к уменьшению эффективности впитывания в почву атмосферных осадков.

Ключевые слова: почва, экосистема, объемная масса, физические свойства, водопроницаемость, водопрочность, сельскохозяйственные культуры, агрохимия.

САВВИНОВ Дмитрий Дмитриевич – д.б.н., проф., советник АН РС(Я); ТИМОФЕЕВ Александр Григорьевич – аспирант СВФУ, timofeev1481@mail.ru; КОВАЛЬСКИЙ Дмитрий Владимирович – учитель школы №7 г. Якутска, dimbazz@mail.ru; МАКАРОВА Мария Петровна – аспирантка СВФУ, mkychkina@gmail.com.

Preliminary results of soil-ecological studies in the middle reaches of the Lena River are presented. The main objects for study of physical properties were cryogenic meadow-chnozem soils wide spread in the suburban area of the city of Yakutsk which are intensively used in agriculture as well as recreational areas. A small water stability of macro- and mezoaggregates, considerable variability of unit weight and water permeability of the soil under anthropogenic, technogenic and zoogenic effects are revealed, which leads to deterioration of ecological and soil conditions of growing of as steppe vegetation and cultivated crops. With intensive anthropogenic pressure the same noticeable consolidation of upper soil layers occurs as at technogenic and zoogenic effects, which in turn leads to a decrease of the efficiency of atmospheric precipitation absorption into the soil.

Key words: soil, ecosystem, unit weight, physical properties, water permeability, water resistance, crop species, agrochemistry.

Введение

В настоящее время во всем мире резкое увеличение численности городского населения сопровождается, в первую очередь, негативным воздействием на структуру и функционирование наземных экосистем пригородных территорий. В этом отношении северные города, и в частности г. Якутск, не являются редким исключением. Наоборот, в условиях экстроконтинентального климата и повсеместного распространения влагонасыщенных низкотемпературных многолетнемерзлых пород устойчивость экосистем к любым внешним воздействиям существенно снижена, чем в внемерзлотных регионах. При этом наибольшее давление оказывается на почвенно-растительный покров. Причем если восстановление растительной составляющей наземной экосистемы может идти относительно быстро, то «излечивание» почвенного компонента требует не только более длительного времени, но и вложения значительных финансовых средств.

Большая часть территории г. Якутска расположена в основном на второй надпойменной террасе р. Лены, где основной почвенный покров составляют криоаридные остепненные почвы (мерзлотные черноземно-луговые, мерзлотные лугово-черноземные, мерзлотные черноземы) и мерзлотные боровые супесчаные почвы (под сосновыми лесами), развитые на аллювиальных супесчаных и песчаных породах.

За последние 30 лет население города увеличилось почти на 30% и ныне составляет порядка 350 тыс. человек. Естественно, такое резкое увеличение численности городского населения привело к заметной деградации почвенно-растительного покрова в пригородной зоне.

В этих условиях является актуальным изучение основных закономерностей изменения почвенного покрова под антропогенным, техногенным и зоогенными воздействиями в районах массового отдыха горожан, выпаса сельскохозяйственных животных и развития земледелия.

Методы и объекты исследований

Как известно, достаточно объективными показателями изменения экологического состояния почвы являются такие физические свойства, как структурный состав, объемная масса и водопроницаемость почвы. Причем их определения не требуют использования сложного лабораторного оборудования и полевого снаряжения. Методика определения структурного состава, объемной массы и водопроницаемости почвы хорошо разработана и отражена в известных учебниках вузов страны [1–3]. Мы при определении физических свойств почв пользовались указанными общероссийскими руководствами.

Основными объектами исследований физических характеристик почв (структурного состава, объемной массы и водопроницаемости почвы) были выбраны мерзлотные лугово-черноземные суглинистые почвы, занимающие повышенные участки второй надпойменной террасы р. Лены на всей территории долины Туймаады.

Исследования проводились в местности «Три березы», что является основной базой организации ежегодного общегородского национального праздника «Ысыах», и в прилегающей к ней территории. Растительность мерзлотных лугово-черноземных почв широко используется как пастбища для крупного рогатого скота и табунного коневодства, а также для земледелия. Исходя из этого мы приняли район «Три березы» как объект для изучения чисто антропогенного влияния на физические свойства почв, а прилегающие территории – зоогенного (пастбища) и техногенного (пашня).

На участке «Три березы» исследования проводились на пяти площадках: площадка 1 (Р40-СД–13) – территория размещения юрты правительства; площадка 2 (Р39-СД–13) – территория размещения юрты мэрии; площадка 3 (Р44-СД–13) – территория проведения обрядовых мероприятий ысыаха; площадка 4 (Р45-СД–13) – основная территория проведения ысыаха; площадка 5 (Р38-СД–13) – лесная поляна в березовом лесу, где проводится ежегодно ысыах научных учреждений города («Наука»). В качестве объ-

Таблица 1

ектов для изучения техногенного воздействия выбраны почвы, находящиеся в условиях постоянной сельскохозяйственной обработки; площадка 6(Р47-СД-13) – пашня на территории ИБПК СО РАН. В непосредственной близости от территории «Три березы» обширные площади заняты естественными пастбищами, пребывающими под постоянным сезонным зоогенным прессом. Здесь исследования проводились на площадке 8(Р37-СД-13)-пастбище в непосредственной близости от места проведения ысыха «Наука» и на площадке 9(Р46-СД-13) – пастбище на территории коллективного хозяйства «ЭМ». Эти площадки были приняты нами как объекты, находящиеся под зоогенным воздействием.

Результаты и обсуждение

Структурный состав почв под площадками 1 и 2 различается несущественно, что связано, с одной стороны, сходными строениями почвенного профиля, и близкими величинами антропогенной нагрузки, с другой (табл.1). Об этом свидетельствуют и близкие значения водопроницаемости (табл.2). Хотя, судя по величине объемной массы почвы, наблюдается большая вытоптанность почвы под площадкой 2, чем под площадкой 1.

Устойчивость почвенных агрегатов обычно оценивается по результатам мокрого просеивания, так как их водопропрочность – один из объективных показателей вообще общего физического состояния почвы. Для почв обеих площадок характерен высокий выход микроагрегатов (фракция частиц размером менее 0,25 мм) после мокрого просеивания при резком сокращении содержания мезоагрегатов (фракция частиц размером от 0,25 до

Структурный состав почв, %

Разрез, ме- стоположение	Глуби- на, см	Просеи- вание	Диаметр фракций, мм								
			>10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1,0–0,5	0,5–0,25	<0,25
Антропогенное воздействие											
76Р 40-СД–13 Три березы (площадка 1)	0–5	Сухое	1	1	2	1	2	3	8	31	51
		Мокрое	-	-	-	2	-	-	6	12	80
	5–10	Сухое	2	2	2	5	2	8	9	35	35
		Мокрое	-	-	-	2	-	-	4	18	16
	10–20	Сухое	6	3	4	6	2	7	9	20	43
		Мокрое	-	-	-	2	2	2	3	16	75
Р 39-СД–13 Там же (площадка 2)	0–5	Сухое	1	1	1	1	1	4	8	23	60
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	-	60	40
	5–10	Сухое	-	1	3	3	2	6	8	28	49
		Мокрое	-	-	-	-	-	2	16	50	32
	10–20	Сухое	1	1	3	4	2	6	8	34	41
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	-	66	34
Р 44-СД–13 Там же (площадка 3)	0–5	Сухое	-	-	-	1	1	4	6	22	66
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	-	9	91
	5–10	Сухое	2	1	1	2	1	4	6	21	62
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	2	13	85
	10–20	Сухое	-	1	1	4	3	15	14	18	44
		Мокрое	-	-	-	-	-	2	6	18	74
Р 45-СД–13 Там же (площадка 4)	0–5	Сухое	1	2	2	3	1	3	6	50	32
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	3	36	61
	5–10	Сухое	-	-	1	3	1	6	10	52	27
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	-	48	52
	10–20	Сухое	4	2	2	3	1	5	8	54	21
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	-	52	48
Р 38-СД–13 (площадка 5)	0–5	Сухое	-	-	-	-	-	-	1	67	32
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	-	60	40
	5–10	Сухое	-	-	-	1	1	2	15	60	21
		Мокрое	-	-	-	-	-	2	10	50	38
	10–20	Сухое	-	-	-	-	-	-	10	70	90
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	5	60	35
Техногенное воздействие											
Р 47-СД–13 (площадка 6)	0–5	Сухое	22	13	9	10	3	9	8	9	16
		Мокрое	10	-	-	-	-	-	-	10	80
	5–10	Сухое	21	10	10	12	4	11	9	8	15
		Мокрое	9	-	-	-	-	-	-	32	59
	10–20	Сухое	22	10	7	10	3	8	7	11	22
		Мокрое	16	-	-	-	-	-	-	8	76
Р 43-СД–13 (площадка 7)	0–5	Сухое	2	2	5	5	2	8	10	30	36
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	-	8	92
	5–10	Сухое	17	9	8	9	3	7	9	17	23
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	-	9	91
	10–20	Сухое	1	3	18	13	5	13	15	30	20
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	-	16	84
Зоогенное воздействие											
Р 37-СД–13 (площадка 8)	0–5	Сухое	6	2	6	6	2	6	12	41	19
		Мокрое	-	-	4	2	-	2	12	44	36
	5–10	Сухое	20	8	5	6	6	10	10	25	11
		Мокрое	-	-	-	12	-	3	15	35	35
	10–20	Сухое	-	-	-	3	5	11	17	45	19
		Мокрое	-	-	-	-	-	4	4	33	59
	20–30	Сухое	-	-	1	3	2	13	20	43	19
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	6	46	48
	40–50	Сухое	-	-	-	-	-	-	1	86	13
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	14	72	17
Р 46-СД–13 (площадка 9)	0–5	Сухое	5	1	5	8	2	8	10	21	40
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	15	15	85
	5–10	Сухое	15	6	6	8	3	8	10	16	28
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	4	15	81
	10–20	Сухое	15	6	8	10	3	9	11	20	18
		Мокрое	-	-	-	-	-	-	2	35	65

Таблица 2

Объемная масса и водопроницаемость почв

Показатели	Глубина, см	Воздействие								
		Антропогенное			Техногенное			Зоогенное		
		Площадки								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объемная масса, г/см ³	0–5	1,02	1,27	1,01	1,22	0,90	1,10	1,04	0,90	1,17
	5–10	1,29	1,40	1,04	1,40	1,00	1,15	1,08	1,20	1,27
	10–15	1,20	1,45	1,05	1,40	1,57	1,93	1,23	1,30	1,27
	15–20	1,29	1,29	1,06	1,35	1,60	1,43	1,50	1,50	1,35
Водопроницае- мость, мм/ч	0	66	64	66	61	50	70	90	65	68

Почва площадки 6 занята картофелем, поэтому подвергается многократной обработке, т.е. интенсивным техногенным воздействиям. Тем не менее, благодаря проведению активных мелиоративных мероприятий (внесение органических и минеральных удобрений), в естественном состоянии пахотной горизонт содержит почти максимальное количество макро- и мезоагрегатов.

10(7) мм). Малое содержание макроагрегатов (фракция частиц размером более 10(7) мм) наблюдается только при сухом просеивании.

Площадки 3 и 4 расположены рядом, но на первой количество посещающих существенно ограничено, чем на второй, так как последняя площадка выбрана в самой центральной части территории, где проводятся массовые праздничные мероприятия ысыаха. На этих площадках прослеживается почти такая же тенденция изменения структурного состава почвы, как довольно резко увеличение содержания микроагрегатов при разрушении мезоагрегатов почти до 10% и менее при мокром просеивании. Причем при незначительном различии в структурном составе почв наблюдаемых площадок отчетливо улавливается, судя по величинам объемной массы и водопроницаемости, большая антропогенная загруженность почвы под площадкой 4, чем под площадкой 3.

Несколько обособленное положение занимает почва площадки 5. Здесь на лесной поляне, где проводятся ежегодные праздничные мероприятия ысыаха научных организаций Якутского научного центра СО Российской академии наук и Академии наук Республики Саха (Якутия), антропогенная нагрузка на почвенно-растительный покров существенно ниже, чем в местности «Три березы». Так, если численность людей, принимающих участие в общегородском ысыахе, доходит до нескольких тысяч человек, то в ысыахе «Наука» – не более 150 человек. Тем не менее, и здесь, судя по данным структурного состава и водопроницаемости почвы, отмечается негативное влияние антропогенного воздействия.

Сельскохозяйственные пашни ежегодно подвергаются механической обработке, причем многократной. В таких условиях наибольшее техногенное воздействие испытывает пахотный горизонт мощностью 20 см. Только в редких случаях, особенно при глубокой пахоте, вовлекаются в активный оборот нижние минеральные толщи, расположенные глубже пахотного слоя.

Хотя при мокром просеивании эти агрономические ценные агрегаты легко разрушаются. Интересно заметить, что даже после такого разрушения остается заметное количество макроагрегатов. Очевидно это связано с благоприятным воздействием органических удобрений.

Несколько иная картина физического состояния почвы наблюдается под черным паром (площадка 6). Здесь за теплый сезон проводится лишь неглубокая обработка поверхностных слоев для борьбы с сорняками. Между тем из-за отсутствия внесения органических удобрений водопрочность макро- и мезоагрегатов заметно ниже, чем в почвах окультуренных. Хотя в естественном состоянии по структурному составу исследованные почвы весьма сходны.

Что касается объемной массы и водопроницаемости, то они вполне оптимальны для возделывания сельскохозяйственных культур. Несколько высокое значение водопроницаемости почвы над черным паром (за первый час 90 мм), что очевидно связано с более облегченным гранулометрическим составом и меньшим содержанием органики в пахотном горизонте.

Крупный рогатый скот (КРС) обычно более прихотлив к кормам, чем лошади. Поэтому КРС меньше вытаптывает места, скудные по растительности, чем высокопродуктивные пастбища. Тогда как лошади почти под корень используют растительность пастбищ. Тем не менее они меньше вытаптывают почву, чем КРС из-за своеобразного строения копыт по сравнению с КРС. Наверняка, по этой причине в структурном составе почвы площадки 8, выбранной на пастбище, скудном по растительности, содержится большое количество мезоагрегатов, особенно в естественном состоянии. Да и после мокрого просеивания содержание их значительно.

Почва на площадке 9, по сравнению с предыдущей, испытывает более интенсивное внешнее давление, так как во время уборки урожая картофельного поля здесь кроме зоогенного пресса, хотя временно, но и дополнительно оказывается антропогенное и техногенное давление. Поэтому

количество водопрочных почвенных мезоагрегатов заметно ниже, чем под площадкой 8. Данные по водопроницаемости и объемной массы почвы также свидетельствуют о меньшем зоогенном воздействии на почву под площадкой 8 по сравнению с почвой под площадкой 9.

Общее заключение

Проведенные исследования показали, что почвенный покров пригородной зоны пребывает в последнее десятилетие под интенсивным антропогенным, техногенным и зоогенным давлением. Это негативно отражается на структуре и функционировании как естественных, так и искусственных экосистем. В связи с резким сокращением КРС и лошадей доля зоогенного пресса в общем внешнем прессе на почвенно-

растительные составляющие наземных экосистем будет постепенно уменьшаться, тогда как из-за резкого увеличения численности городского населения явно преобладающими будут чисто антропогенные и техногенные (массовое использование транспортных средств) воздействия.

Литература

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М., 1961. – 346 с.
2. Ревут И.Б. Физика почв. – Л.: Колос, 1972. – 368 с.
3. Розанов Б.Г. Морфология почв: учебник для высшей школы. – М.: Академический проспект, 2004. – 432 с.

Поступила в редакцию 08.11.2013

УДК 581.412: 581.522:582.542.1

Онтогенез *Agrostis diluta* Kurcz. с позиций модульной организации растений

В.Е. Кардашевская, Н.Н. Егорова

Онтогенез ценного кормового злака полевицы светлой (*Agrostis diluta* Kurcz.) изучен с позиций трех концепций: дискретности онтогенеза, модульной организации и поливариантности развития растений. В онтогенезе вида установлены 4 периода и 9 онтогенетических состояний. В модульном строении вида выявлены 10 элементарных, 16 универсальных и 4 основных типа модуля. Составлена модульная организация особей в каждом онтогенетическом состоянии. Выявлена структурная (морфологическая и размерная) поливариантность в структуре фитомеров, побегов и систем побегов особей в каждой онтогенетической группе.

Ключевые слова: *Agrostis diluta* Kurcz., онтогенез, модульная организация, элементарный модуль, универсальный модуль, основной модуль, поливариантность.

Ontogenesis of valuable fodder grass *Agrostis diluta* Kurcz. was studied from positions of three conceptions: discreteness of ontogenesis, modular organization and polyvariation of plants development. Four periods and nine ontogenetic stages are identified in the ontogenesis. 10 elementary, 16 universal and 4 basic module types are identified in a modular structure of the species. The modular organization of individuals in each ontogenetic stage is composed. The structural (morphological and dimensional) polyvariation is revealed in structure of phytomers, shoots and individuals shoots systems in each ontogenetic group.

Key words: *Agrostis diluta* Kurcz., ontogenesis, modular organization, elementary module, universal module, basic module, polyvariation.

Одним из видов, распространенных и доминирующих на лугах Центральной Якутии, является полевица светлая (*Agrostis diluta* Kurcz.), описанная как самостоятельный вид [1]. Основной организации популяционной жизни каждого вида в фитоценозах является продолжительность и характер его онтогенеза [2–4]. Онтогенез

Agrostis diluta, как и всех других видов рода *Agrostis*, не изучен в Якутии.

Agrostis diluta – это ценный кормовой многолетний рыхлокустовой злак. Онтогенез вида изучен в пойменных лугах долины Энциэли (Средняя Лена). Нами исследован онтогенез *Agrostis diluta* с позиций трех современных концепций: дискретности онтогенеза [2, 3], модульной организации и поливариантности развития [4–8] растений.

Изучение онтогенеза проводили по общепринятым популяционно-онтогенетическим методам [9–11]. При выделении онтогенетических

КАРДАШЕВСКАЯ Вилюра Егоровна – к.б.н., доцент Института естественных наук СВФУ, kardashevskaya_v@inbox.ru; ЕГОРОВА Нюргуяна Назаровна – аспирантка Института естественных наук СВФУ, nurne@mail.ru.