



УДК 631.42 : 581.55

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ, СОСТАВ И СТРУКТУРА
РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА СКЛОНАХ ПОЛЯРНЫХ ЭКСПОЗИЦИЙ
БАЛКИ ПЕТРИН ЛОГ НА ТЕРРИТОРИИ
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

**THE AGROCHEMICAL PARAMETERS OF SOILS, THE COMPOSITION
AND STRUCTURE OF PLANT COMMUNITIES ON THE SLOPES
OF THE POLAR EXPOSITION OF GULLY PETRIN LOG ON THE TERRITORY
OF THE CENTRAL CHERNOZEM RESERVE**

**Л.А. Арепьева¹, О.В. Гридасова¹, Л.Н. Караулова²
L.A. Arepieva¹, O.V. Gridasova¹, L.N. Karaulova²**

¹ Курский государственный университет, Россия, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33

² Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, Россия, 305021, г. Курск, ул. Карла Маркса, 70б

¹ Kursk State University, 33 Radishchev St, Kursk, 305000, Russia

² All-Russian Research Institute of Agriculture and Soil Erosion Control, 70b Karl Marx St, Kursk, 305021, Russia

E-mail: ludmilla-m@mail.ru; azalia113@gmail.com; lkaraulova77@gmail.com

Ключевые слова: склоны северной и южной экспозиций, Центрально-Черноземный заповедник, агрохимические показатели почв, растительные сообщества

Key words: polar slopes, Central chernozem reserve, agrochemical parameters of soils, plant communities

Аннотация. В статье проводится анализ агрохимических показателей почв, состава и структуры растительных сообществ на склонах северной и южной экспозиции балки Петрин Лог на территории Центрально-Черноземного государственного заповедника им. профессора В.В. Алехина. Выявлено, что склоны северной экспозиции богаче по запасам гумуса, общего и щелочногидролизуемого азота, общего фосфора. Для почвы южного склона характерно более высокое содержание подвижных форм фосфора, калия. Установлено изменение содержания элементов питания от верхней части склона к нижней и в профиле направлении. Для растительных сообществ северного склона характерны более высокие показатели видовой насыщенности, общего проективного покрытия, средней высоты травостоя, доминирование нескольких видов, преобладание мезофильных луговых видов, наличие видов-индикаторов умеренно кислых и слабокислых почв. На южном склоне преобладают ксерофильные степные виды, в травостое присутствуют кальцефилы.

Resume. In the article agrochemical parameters of soils, the composition and structure of plant communities on the slopes of the polar exposition of Central Chernozem reserve are analyzed. It is revealed that the soil of the northern slope is richer in reserves of humus, total and alkali hydrolysis nitrogen, total phosphorus. A higher content of mobile forms of phosphorus, potassium is typical for the soil of the southern slope. A changing of the content of nutrition elements from the upper part of the slope to the bottom, and also in the profile direction is established. Higher rates of species richness, total projective cover, average height of grass, the dominance of a few species, the prevalence of mesophile meadow species, the presence of indicator species of moderately acidic and slightly acidic soils are typical for plant communities of the northern slope. On the southern slope xerophilous steppe species predominate, there are calciphiles in herbage.

Введение

Черноземы в настоящее время остаются самыми плодородными почвами России. Однако немалое влияние на их плодородие оказывает рельеф. Так, в Центрально-Черноземной зоне склоны контрастных экспозиций существенно различаются по количеству поступающей солнечной радиации, запасам воды в снеге, поверхностному стоку и смыву почвы, температурному, водному и питательному режимам почвы [Романова, 1976, 1977; Черкасов, 1997; Каштанов, Явтушенко, 1997]. На южном и северном склоне при одной и той же крутизне по-разному складываются условия произрастания растений и формирования урожая [Каштанов и др., 1974]. По данным Т.А. Голубевой [1967] в средних широтах страны южные склоны получают на 5% больше солнечной радиации, чем горизонтальная поверхность, а северные, напротив, на 10% меньше. Рельеф местности сказывается и на перераспределении в пространстве выпадающих осадков. По сравнению с водораздельным плато, на склонах противоположных ориентаций в зависимости от направления ветра выпадает жидких осадков на 11–26% больше или меньше [Чуян, 1994]. Длительное влияние этих природных факторов, неодинаковое на различных элементах рельефа, привело к формированию своеобразия свойств почв [Липкина, Ржезникова, 1987; Георги, 1990].



В отличие от равнин, главной особенностью склоновых земель является большая пестрота по плодородию, то есть по наличию усвояемой пищи для растений в почве и условий для ее потребления, что связано с режимами влаги и температуры [Каштанов и др., 1974; Мусохранов, 1979].

Агрохимические свойства почв склонов определяются природными особенностями генетических горизонтов исходных несмытых почв и степенью их окультуренности [Ляхов, 1975; Ляхов, Щелкунова 1976]. Имея общую генетическую природу, почвы могут заметно различаться в зависимости от экспозиции склонов, определяющей разную направленность и интенсивность почвообразовательного процесса под влиянием неодинаковых микроклиматических условий [Георги, Сан Куами, 1987; Чуян, 1989; Чуян, Чуян, 1993; Чуян, 1994; Траутвах, 2000; Проценко, 2004; Караулова, 2005].

Различия в температуре почвы приводит к раннему развитию растений весной на южных склонах и ускорению периода их созревания. В связи с этим в Центрально-Черноземном заповеднике на склонах южной экспозиции отмечается развитие однолетних растений эфемерного типа и плотнокустовых злаков, растительный покров при этом не является сплошным [Афанасьева, Голубев, 1962].

Особенности увлажнения почвы вдоль северных склонов определяют распределение растений. В Центрально-Черноземном заповеднике на склонах северной экспозиции образуются поперечные пояса растительности. Наиболее влаголюбивые виды встречаются в нижней части склонов. На северных склонах сплошным напочвенным покровом развит туидиевый мох [Алехин, 1924, 1926].

Травянистая растительность снижает развитие эрозионных процессов на склонах. Почвозащитная роль растительности зависит от видового состава, типа и мощности корневой системы, величины проективного покрытия. Г.Н. Черкасов [2004] отмечает, что наилучшими почвозащитными свойствами обладают травостои, в которых доминирующими растениями являются злаки, хуже защищают склоны от эрозии травостои со значительным содержанием разнотравья.

На балочных склонах северной экспозиции распространены луговые сообщества, во флористическом составе которых более половины мезофитов, на втором месте стоят ксеромезофиты. Мезофиты представлены такими растениями как райграс высокий (*Arrhenatherum elatius*), буквица лекарственная (*Betonica officinalis*), подмаренник северный (*Galium boreale*), костяника (*Rubus saxatilis*), трясунка средняя (*Briza media*), вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*) и др. В группе ксеромезофитов встречаются герань кроваво-красная (*Geranium sanguineum*), земляника зеленая (*Fragaria viridis*), лапчатка белая (*Potentilla alba*) и др.

Для склонов южной экспозиции характерны лугово-степные сообщества, флористический состав которых около половины составляют ксерофиты и мезоксерофиты. Среди ксерофитов преобладают овсяница валесская (*Festuca valesiaca*), кострец береговой (*Bromopsis riparia*), резак обыкновенный (*Falcaria vulgaris*), ковыль узколистный (*Stipa tirsia*), чабрец Маршала (*Thymus marschallianus*) и др. Из мезоксерофитов встречаются шалфей луговой (*Salvia pratensis*), мятлик узколистный (*Poa angustifolia*), подмаренник настоящий (*Galium verum*) [Петрова, 1990].

В связи с неоднородностью почвенного покрова и произрастающей растительностью на склонах балок была определена цель настоящего исследования – выявить особенности агрохимических свойств почв, флористического состава и структуры растительных сообществ на склонах северной и южной экспозиций балки Петрин Лог на территории Центрально-Черноземного государственного заповедника им. профессора В.В. Алехина.

Объекты и методы исследования

Почвенные и геоботанические исследования были проведены на склонах северной и южной экспозиции балки Петрин Лог, расположенной на территории Стрелецкого участка Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника им. проф. В.В. Алехина (квартал 19, выдел 1). На склонах данной балки производится умеренный выпас скота и сенокосение. Географические координаты места обследования (верхняя часть склона северной экспозиции): 51°55'803" с. ш., 35°15'071" в. д. Крутизна склонов средняя.

Рельеф, материнские породы и почвы Центрально-Черноземного заповедника и его окрестностей типичны для лесостепной полосы Среднерусской возвышенности. Почвенный покров исследуемых склонов представлен черноземом типичным [Афанасьева, 1966]. Рыхлые четвертичные отложения образованы лессовидными суглинками. Коренные породы представ-



лены известняками и мергелями мелового периода [Марголина и др., 1988]. Климат на исследуемой территории умеренно-континентальный. Средняя температура января -7.9 , средняя температура июля $+18.9$. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 570 мм в год [Летопись природы ..., 2010].

Почвенные образцы были взяты в верхней, средней и нижней части склонов, через каждые 10 см до глубины 40 см. Отбор проб проводился 5 июля 2012 года. При анализе образцов почвы определялись следующие показатели: гумус – по Тюрину (ГОСТ 26213-91); азот общий – по ГОСТ 26107-84; азот щелочногидролизуемый – по Корнфилду; нитратный азот – колориметрическим методом с дисульфифеноловой кислотой (по Грандваль-Ляжу); аммонийный азот почвы в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26489-85); фосфор общий – по ГОСТ 26261-84; фосфор подвижный – по Чирикову (ГОСТ 26204-91); калий подвижный – по Чирикову (ГОСТ 26204-91); pH – в $1,0$ НКCl вытяжке (ГОСТ 26483-85); гидролитическая кислотность – по Каппену (ГОСТ 26212-91).

На участках отбора проб были выполнены геоботанические описания растительности склонов северной и южной экспозиций в верхних, средних и нижних частях. Описания проводились на площадках размером 4 м², при этом определялось общее проективное покрытие травостоя (в %), средняя высота. Для оценки количественного участия видов использовалась комбинированная шкала Браун-Бланке [Миркин и др., 1989]. Экологические режимы сообществ по влажности, кислотности и обеспеченности минеральным азотом почвы определяли по оптимальным экологическим шкалам Г. Элленберга (12 -бальная шкала влажности, 9 -тибальная шкала кислотности и 9 -тибальная шкала обеспеченности почвы минеральным азотом) [Ellenberg et al., 1992].

Результаты и их обсуждение

Агрохимические показатели почвы склонов

Агрохимические показатели почвы на склонах представлены в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические показатели почв исследуемых склонов

Table 1

The agrochemical parameters of soils of investigated slopes

Экспозиция склона	Вариант (участок склона)	Глубина, см	pH _{кал.}	Нг, Мг-экв/100 г почвы	N-NO ₃	N-NH ₄	N _{цпг}	подвижный P ₂ O ₅	подвижный K ₂ O	Общий гумус	Общий азот	Общий фосфор
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Северная	Нижняя часть	0–10	4.2	19.59	0.41	7.36	42.37	1.5	23.7	11.52	0.48	0.25
		10–20	3.9	23.82	0.20	5.30	35.24	0.9	10.9	9.00	0.42	0.25
		20–30	3.8	23.13	0.14	4.98	29.78	0.6	7.3	7.74	0.33	0.24
		30–40	3.8	20.54	0.13	2.69	22.50	0.7	6.2	6.64	0.26	0.23
	Средняя часть	0–10	5.0	7.88	0.22	1.76	27.96	5.7	11.4	8.30	0.33	0.18
		10–20	4.5	14.91	0.23	3.89	36.40	3.7	23.9	10.17	0.42	0.23
		20–30	4.3	15.04	0.16	3.04	30.58	3.1	9.4	8.62	0.39	0.21
		30–40	4.4	13.58	0.11	2.16	23.59	2.3	7.8	6.62	0.32	0.19
	Верхняя часть	0–10	4.9	9.00	0.30	2.61	32.18	7.4	2.3	9.96	0.42	0.18
		10–20	4.8	9.64	0.16	2.32	27.37	5.5	10.9	8.41	0.33	0.18
		20–30	4.9	8.78	0.20	1.60	26.64	6.0	8.3	7.36	0.30	0.17
		30–40	4.9	8.48	0.11	1.48	20.91	5.4	7.2	6.10	0.23	0.17
Южная	Нижняя часть	0–10	5.7	4.32	0.22	1.92	28.25	13.6	14.9	8.35	0.38	0.18
		10–20	5.9	3.06	0.22	1.25	20.97	9.3	10.4	6.46	0.28	0.15
		20–30	6.8	1.12	0.19	0.80	17.33	8.0	9.4	5.25	0.25	0.15
		30–40	7.1	0.76	0.19	0.76	15.43	7.1	9.3	5.01	0.25	0.15



Окончание таблицы 1
End of table 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Южная	Средняя часть	0–10	7.2	0.69	0.24	1.27	17.95	4.9	15.2	5.91	0.25	0.14
		10–20	7.4	0.54	0.22	0.76	12.33	4.0	10.1	4.19	0.21	0.14
		20–30	7.4	0.49	0.15	0.71	10.53	3.7	10.1	3.53	0.15	0.13
		30–40	7.5	0.40	0.12	0.63	8.51	2.9	9.3	2.92	0.11	0.12
	Верхняя часть	0–10	7.1	0.81	0.28	1.65	21.55	5.4	25.5	7.07	0.32	0.15
		10–20	7.3	0.69	0.14	0.76	14.20	3.6	11.3	4.80	0.22	0.14
		20–30	7.4	0.50	0.13	0.72	13.25	3.3	10.2	4.56	0.21	0.13
		30–40	7.5	0.45	0.11	0.71	11.39	3.2	10.1	3.90	0.15	0.13

Проведенные нами исследования показали, что почвы на склоне северной экспозиции характеризуются как средне- и сильнокислые. Причем приводораздельные верхние части склона относятся к среднекислым, а при продвижении к днищу балки кислотность почв увеличивается. Закономерность в изменении кислотности прослеживается и на склонах южной экспозиции. Здесь почвы от нейтральных на вершине склона переходят к близким к нейтральным в нижней части склона. Почва северного склона характеризуется так же высокими значениями гидролитической кислотности (14.53 мг-экв/100 г почвы) по сравнению с почвой южного склона (1.15 мг-экв/100 г почвы). Кислотность почвы изменяется с глубиной и в зависимости от положения на склоне. Различия в степени кислотности почвы объясняются как особенностями микроклимата склонов разной экспозиции, так и особенностями протекания эрозионных процессов.

Формированию почвы с повышенной кислотностью на северном склоне способствует также более мощный гумусовый слой по сравнению с южным склоном [Лисецкий, 2000]. На северном склоне вследствие глубокого промачивания почвы весной значительная часть карбонатов вымывается в нижележащие слои почвы. В результате этого кислотность верхнего слоя почвы повышается. На склоне южной экспозиции почва весной подвергается менее глубокому промачиванию, а в летний период сильному иссушению, которое приводит к восходящей миграции солей. В результате в почве южного склона наблюдается снижение кислотности. Вниз по склону кислотность почвы повышается, что можно объяснить перемещением вниз по склону свободных минеральных и органических кислот в процессе водной эрозии.

Чернозем на склонах контрастных экспозиций отличается по содержанию гумуса. В почве склона северной экспозиции в среднем содержится 8.37% гумуса, в почве склона южной экспозиции – 5.16%. Более высокое содержание гумуса в почве склона северной экспозиции отмечено в ряде работ по изучению заповедных и антропогенно-преобразованных биогеоценозов [Былинская, Дайнеко, 1985; Наконечная, Явтушенко, 1989; Дайнеко, Оликова, 1995; Каштанов, Явтушенко, 1997]. Низкое содержание гумуса в почве южных склонов связывают с эрозией почвы и более активной его минерализацией микроорганизмами. По данным приведенных выше авторов потери гумуса от водной эрозии характерны в основном для склонов южной экспозиции, на склонах северной экспозиции они незначительны и составляют около 10–20%.

На содержание гумуса влияют положение на склоне и глубина. На склоне северной экспозиции содержание гумуса вниз по склону плавно повышается (7.96%–8.43%–8.73%). На склоне южной экспозиции вниз по склону содержание гумуса снижается до середины склона, а затем возрастает (5.08%–4.14%–6.26%). С глубиной содержание гумуса уменьшается на обоих склонах.

По содержанию общего азота почва северного склона богаче почвы южного склона (0.35% и 0.23% соответственно). На склоне северной экспозиции вниз по склону содержание общего азота увеличивается (0.32%–0.37%–0.37%). На склоне южной экспозиции содержание общего азота от верхней части к середине склона снижается, а к подножию склона – увеличивается (0.23%–0.18%–0.29%). В профиле содержание общего азота снижается на обоих склонах.

Содержание щелочногидролизуемого азота в 2 раза выше в почве северного склона по сравнению с южным (29.6 мг/100 г почвы и 16.0 мг/100 г почвы соответственно). На склоне северной экспозиции вниз по склону содержание щелочногидролизуемого азота повышается. На склоне южной экспозиции содержание щелочногидролизуемого азота от верхней части склона к середине снижается, а затем к подножию склона повышается (15.1–12.3–20.5 мг/100



г). С глубиной содержание в почве щелочногидролизуемого азота снижается. Это объясняется переносом и аккумуляцией биофильных элементов в нижних частях склона.

Почвы под целинной растительностью бедны подвижными соединениями азота. Это связано с тем, что процессы аммонификации и нитрификации затруднены в почве под степной растительностью. Низкое содержание нитратного и аммонийного азота в верхнем 40-сантиметровом слое почвы является нормой для целинных почв и обеспечивает биоразнообразие степной экосистемы [Гребенников, 2007].

В исследованиях В.Ф. Юринской [1983] выявлено, что на распаханых южных склонах преобладают микроорганизмы, обеспечивающие окислительные процессы, в частности нитрификацию, в почве северных склонов возрастает доля грибов и микроорганизмов, восстанавливающих азот. Отчасти автор связывает этот факт с кислотностью и температурой почвы. Ряд ученых так же связывает преобладание определенной формы азота с кислотностью почвы. Так при pH_{H_2O} 4–6 в почве преобладает аммонийная форма азота, а при pH_{H_2O} 6–8 – нитратная форма [Шильников и др., 1998]. В почве склонов Петрина Лога преобладание аммонийной формы азота отмечено для склонов обеих экспозиций. На склоне южной экспозиции различия между содержанием форм азота менее выражено, чем на северном склоне. Возможно, данный факт объясняется не только гидротермическими условиями, но и влиянием растительности. А.М. Гребенников [2007] отмечает, что в почвах под разнотравными ассоциациями заповедной степи с долей злаков до 50% на водоразделе преобладает аммонийная форма азота.

Из подвижных соединений азота наиболее усвояемыми для степных трав являются нитраты. Вследствие активного поглощения нитратов растениями в почве под сплошным растительным покровом их содержится небольшое количество [Болотина, Вульфийс, 1965]. Уровень нитратного азота на склоне северной экспозиции незначительно превышает его уровень на склоне южной экспозиции (0.2 и 0.18 мг/100 г почвы соответственно). Содержание аммонийного азота выше на склоне северной экспозиции (3.3 мг/100 г почвы) по сравнению с содержанием на склоне южной экспозиции (1.0 мг/100 г почвы).

В профильном направлении уровень нитратного и аммонийного азота в почве снижается. Уровень подвижного (минерального) азота выше в верхних слоях почвы в связи с тем, что они лучше прогреты [Проценко, 2009].

На обоих склонах уровень нитратного азота повышается от верхней части склона к подножию. Содержание аммонийного азота возрастает от верхней части северного склона к нижней. На южном склоне наблюдается снижение аммонийного азота от верхней части к середине, а затем повышение в нижней части склона.

Содержание общего фосфора на склоне северной экспозиции в 1.5 раза выше, чем на склоне южной экспозиции (0.21% и 0.14% соответственно). На склоне северной экспозиции содержание общего фосфора повышается вниз по склону. На склоне южной экспозиции от верхней части склона к середине содержание фосфора немного снижается, а к подножию склона возрастает. В профильном направлении количество общего фосфора снижается незначительно.

Содержание подвижного фосфора и калия в исследованных образцах уменьшалось в профильном направлении независимо от экспозиции склона. Наиболее высокое содержание подвижных форм фосфора и калия отмечено в почвах южного склона. Количество подвижного фосфора в среднем по южному склону составляет 5.8 мг/100 почвы, по северному склону – 3.6 мг/100 почвы.

Калийный режим исследованных почв более благоприятный, чем фосфатный, содержание этого элемента в среднем по южному склону составляет 12.2 мг/100 г почвы, по северному склону – 10.8 мг/100 г почвы. Активная мобилизация подвижного калия связана, вероятно, с условиями микроклимата южного склона. Периодическое промерзание почвы зимой и пересыхание летом способствует высвобождению этого элемента из кристаллической решетки [Проценко, Шустрова, 1996].

При исследовании содержания подвижных форм калия и фосфора наблюдались следующие тенденции. На северном склоне содержание подвижного фосфора снижается вниз по склону (6.1–3.7–0.95 мг/100 г), на южном склоне, напротив, повышается (3.88–3.88–9.5 мг/100 г). Содержание подвижного калия на склоне северной экспозиции повышается вниз по склону, а на склоне южной экспозиции – напротив, снижается.

Состав и структура растительного покрова склонов

Экспозиция и агрохимические показатели почвы склонов определяют характер их растительности. В таблице 2 приводятся некоторые характеристики растительного покрова склонов Петрина Лога.



Характеристика растительного покрова исследуемых склонов

Таблица 2

Table 2

The characteristic of vegetation of investigated slopes

Экспозиция	Северная			Южная		
Часть склона	Верхняя	Средняя	Нижняя	Верхняя	Средняя	Нижняя
Общее проективное покрытие, %	95	100	80	70	50	70
Средняя высота, см	40	30	40	30	25	30
Число видов	23	28	16	26	17	11
Доминанты	<i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Betonica officinalis</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Betonica officinalis</i> , <i>Geranium sanguineum</i> , <i>Rubus saxatilis</i>	<i>Betonica officinalis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Bromopsis riparia</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>
Семейственно-видовые спектры, % (абс. число)						
Compositae	-	10.7 (3)	6.3 (1)	30.8 (8)	17.6 (3)	-
Convolvulaceae	-	-	-	3.8 (1)	-	-
Cyperaceae	4.3 (1)	3.6 (1)	-	-	-	-
Dipsacaceae	-	-	-	-	5.9 (1)	-
Equisetaceae	4.3 (1)	3.6 (1)	6.3 (1)	-	-	-
Euphorbiaceae	4.3 (1)	-	-	3.8 (1)	5.9 (1)	-
Fabaceae	4.3 (1)	10.7 (3)	-	11.5 (3)	17.6 (3)	-
Geraniaceae	4.3 (1)	7.1 (2)	6.3 (1)	-	-	-
Gramineae	17.4 (4)	17.9 (5)	18.8 (3)	19.2 (5)	23.5 (4)	27.3 (3)
Hypericaceae	-	3.6 (1)	-	-	-	-
Lamiaceae	4.3 (1)	3.6 (1)	6.3 (1)	11.5 (3)	5.9 (1)	9.1 (1)
Liliaceae	-	-	-	3.8 (1)	-	-
Polygonaceae	4.3 (1)	3.6 (1)	6.3 (1)	-	-	-
Rosaceae	26.1 (6)	17.9 (5)	31.3 (5)	7.7 (2)	11.8 (2)	27.3 (3)
Rubiaceae	13.0 (3)	10.7 (3)	6.3 (1)	7.7 (2)	11.8 (2)	9.1 (1)
Scrophulariaceae	13.0 (3)	3.6 (1)	6.3 (1)	-	-	9.1 (1)
Umbelliferae	-	3.6 (1)	6.3 (1)	-	-	18.2 (2)
Эколого-ценотические группы, % (абс. число)						
Луговые	39.1 (9)	42.9 (12)	56.3 (9)	19.2 (5)	11.8 (2)	18.2 (2)
Степные	21.7 (5)	25.0 (7)	6.3 (1)	42.3 (11)	58.8 (10)	54.5 (6)
Опушечные	17.4 (4)	14.3 (4)	6.3 (1)	5.9 (1)	11.8 (2)	18.2 (2)
Прочие	21.7 (5)	17.9 (5)	31.3 (5)	26.9 (7)	17.6 (3)	9.1 (1)
Экологические режимы растительных сообществ						
влажность	4.4	4.5	5.3	3.9	3.8	3.9
кислотность	6.9	7.2	6.6	7.7	7.9	7.5
обеспеченность минеральным азотом	3.9	3.6	4.0	3.8	4.0	4.3

Для северного склона в целом характерны более высокие показатели общего проективного покрытия и средней высоты травостоя, выше видовое разнообразие по сравнению с южным склоном. Анализ семейственно-видовых спектров демонстрирует, что на склоне северной экспозиции сильнее выражена роль видов из семейств Rosaceae, Scrophulariaceae, Cyperaceae, что характерно для спектров более северных широт, а на южном – видов из семейств Fabaceae и Lamiaceae, преобладающих в спектрах более южных областей, что согласуется с правилом предвращения [Вальтер, Алехин, 1936].

На склоне южной экспозиции доминантами являются *Arrhenatherum elatius* и *Bromopsis riparia* и численно преобладают степные виды (*Bromopsis riparia*, *Festuca valesiaca*, *Fragaria viridis*, *Salvia verticillata* и др.). Наибольшее участие вышперечисленных степных видов характерно для средней части склона. Для середины склона выявлено наименьшее проективное покрытие и высота травостоя, что может быть связано с эрозионными процессами, которые в этой части склона наиболее выражены.

На верхнем участке южного склона также преобладают степные виды, но их роль менее выражена. Здесь также значительно представлены луговые виды и прочие, среди которых мно-



го сорных (*Convolvulus arvensis*, *Picris hieracioides*, *Cichorium intybus*), что можно объяснить влияние выпаса, т.к. верхняя часть склона ему более подвержена, чем средняя и нижняя. На этом участке обнаружено также больше всего видов (по сравнению с другими частями склона).

Нижний участок южного склона характеризуется наименьшим числом видов, среди которых преобладают степные при значительном участии луговых и опушечных.

На северном склоне численно преобладают луговые виды (*Arrhenatherum elatius*, *Betonica officinalis*, *Sanguisorba officinalis* и др.). Они часто являются доминирующими. Их содержание увеличивается от верхней части склона к нижней, что обусловлено усилением влажности почвы. Содержание степных видов в средней части склона немного выше по сравнению с верхней частью, однако встречаются они с низким обилием. Их содержание резко уменьшается в нижней части, что обусловлено повышением влажности почвы. Здесь также наименее представлены опушечные виды. В нижней части склона выявлены наименьшие показатели по видовой насыщенности и общему проективному покрытию, что может быть связано с выпасом. Для среднего участка характерны максимальные показатели по числу видов и покрытию травостоя.

Фитоиндикационный анализ показал, что на северном склоне экологические режимы растительных сообществ по влажности в верхней и средней частях отличаются незначительно. На этих участках преобладают мезофильные и ксеромезофильные виды. В нижней части показатель влажности увеличивается. Здесь произрастают виды, оптимум которых на средневлажных и хорошо увлажненных почвах (*Sanguisorba officinalis*, *Filipindula ulmaria*, *Festuca rubra*, *Veronica chamaedrys* и др.). В среднем показатель по влажности на северном склоне составляет 4.7. На склоне южной экспозиции показатели по влажности практически одинаковы (в среднем 3.9) и в целом ниже, чем на северном склоне. В растительном покрове многочисленны ксерофильные виды (*Bromopsis riparia*, *Festuca valesiaca*, *Falcaria vulgaris*, *Fragaria viridis*, *Stipa tirsa* и др.).

Показатели по кислотности почвы на всем протяжении северного склона меняются слабо (в среднем 6.9), небольшое увеличение кислотности почвы отмечено для нижней части склона. В растительном покрове встречаются виды-индикаторы умеренно кислых (*Calamagrostis arundinacea*, *Potentilla alba*) и слабокислых почв (*Festuca rubra*), много видов индифферентных к кислотности почвы (*Betonica officinalis*, *Sanguisorba officinalis*, *Veronica chamaedrys* и др.). В верхней и средней части склона обильны виды, оптимум которых на слабокислых, нейтральных, и слабощелочных почвах (*Arrhenatherum elatius*, *Geranium sanguineum*, *Galium boreale*, *Rubus saxatilis*).

Показатели по кислотности почвы на южном склоне (в среднем 7.7) выше, чем на северном склоне и свидетельствуют о слабощелочной реакции. Максимальное значение характерно для средней части склона. Произрастание здесь таких видов как *Falcaria vulgaris*, *Onobrychis arenaria*, *Securigera varia* указывает на наличие извести в почве.

Показатели по обеспеченности почвы минеральным азотом на северном склоне, также как и по кислотности, меняются незначительно (в среднем 3.8). Данный показатель указывает на бедные азотом местообитания. Максимальный показатель – в нижней части склона. Здесь встречаются виды-индикаторы богатых азотом местообитаний (*Aegopodium podagraria*, *Dactylis glomerata*). Содержание минерального азота на южном склоне несколько выше, чем на северном (средний показатель составляет 4.0).

Выводы

Проведенное исследование позволяет заключить, что почвы склона северной экспозиции балки Петрин Лог богаче по запасам гумуса, общего и щелочно-гидролизующего азота, общего фосфора. Для почвы южного склона характерно более высокое содержание подвижного фосфора и калия. На данных склонах отмечена тенденция к снижению в почве элементов питания от верхней части к нижней. Исключение составляет подвижный калий и фосфор. Количество подвижного калия на южном склоне и подвижного фосфора на северном склоне, снижается от вершины к подножию. Содержание элементов питания в исследованных образцах уменьшалось в профиле независимо от экспозиции склона.

На исследуемых склонах изменяются состав и структура растительного покрова. Для северного склона характерны более высокие показатели видовой насыщенности, общего проективного покрытия, средней высоты травостоя по сравнению с южным склоном. На северном склоне преобладают мезофильные луговые виды; доминируют, как правило, несколько видов. В травостое содержатся виды-индикаторы умеренно кислых и слабокислых почв. Для южного склона характерно численное преобладание ксерофильных степных видов, наличие в травостое кальцефилов. Доминирует преимущественно один вид – *Arrhenatherum elatius*, за исключением площадки в верхней части склона, где содоминантом является *Bromopsis riparia*. Дан-



ные фитоиндикационного анализа согласуются с данными агрохимического анализа почв на склонах.

Изучение почв и растительного покрова склонов балок на заповедной территории является важным звеном в мониторинге склоновых земель. Полученные данные дополняют имеющиеся сведения об агрохимических свойствах почвы, составе и структуре растительности на территории Центрального-Черноземного государственного заповедника им. профессора В.В. Алехина. Приведенные результаты могут быть использованы в исследованиях различий свойств почвы и растительности на склонах балок заповедных и антропогенно-преобразованных территориях.

Список литературы References

1. Алехин В.В. 1924. Зональная и экстразональная растительность Курской губернии в связи с подразделением ее на естественные районы. Почвоведение, 1–2: 98–131.
Alekhin V.V. 1924. Zonal and extrazonal vegetation of Kursk province in connection with its division on natural areas. Pochvovedenie [Eurasian Soil Science], 1–2: 98–131. (in Russian)
2. Алехин В.В. 1926. Растительность Курской губернии. Курск, Советская деревня, 122.
Alekhin V.V. 1926. Rastitel'nost' Kurskoy gubernii [Vegetation of Kursk province]. Kursk, Sovetskaya derevnya, 122. (in Russian)
3. Афанасьева Е.А. 1966. Чернозем Среднерусской возвышенности. М., Наука, 223.
Afanas'eva E.A. 1966. Chernozem Srednerusskoy vozvyshennosti [Chernozems of the Central Russian upland]. Moscow, Nauka, 223. (in Russian)
4. Афанасьева Е.А., Голубев В.Н. 1962. Почвенно-ботанический очерк Стрелецкой степи. Курск: Курское изд-во: 68.
Afanas'eva E.A., Golubev V.N. 1962. Pochvenno-botanicheskiy ocherk Streletskoy stepi [Soil and botanical essay of Streletskaia steppe]. Kursk, Kurskoe izd-vo, 68. (in Russian)
5. Болотина И.И., Вульфрус Е.А. 1965. Питание растений и круговорот соединений азота, фосфора и калия в мощном целинном черноземе. В кн.: Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника. Вып. VIII. Воронеж, Изд-во Воронежского университета: 236–252.
Bolotina I.I., Vul'firus E.A. 1965. The power of plants and the cycling of nitrogen, phosphorus and potassium in powerful virgin chernozem. In: Trudy Tsentral'no-Chernozemnogo gosudarstvennogo zapovednika. Vyp. VIII [Proceedings of the Central chernozem state reserve. Vol. VIII]. Voronezh, Izd-vo Voronezhskogo universiteta: 236–252. (in Russian)
6. Былинская Е.Н., Дайнеко Е.К. 1985. Исследование плоскостного смыва методом анализа почвенных профилей (Курская область). Геоморфология, 2: 52–59.
Bylinskaya E.N., Dayneko E.K. 1985. The study of planar washout by the method of analyzing of soil profiles (Kursk region). Geomorfologiya [Geomorphology], 2: 52–59. (in Russian)
7. Вальтер Г., Алехин В.В. 1936. Основы ботанической географии. М.-Л., Биомедгиз, 715.
Val'ter G., Alekhin V.V. 1936. Osnovy botanicheskoy geografii [The basics of Botanical geography]. Moscow-Leningrad, Biomedgiz, 715. (in Russian)
8. Георги А.А. 1990. Зависимость почвообразования от экспозиции склонов в левобережной лесостепи УССР. В кн.: Состав, свойства и плодородие почв Украины. Сборник научных трудов. Харьков: 34–40.
Georgi A.A. 1990. The dependence of soil formation from the exposure of the slopes in the left-Bank forest-steppe of Ukraine. In: Sostav, svoystva i plodorodie pochv Ukrainy. Sbornik nauchnykh trudov [Composition, properties and fertility of soils of Ukraine. Collection of proceedings]. Kharkov: 34–40. (in Russian)
9. Георги А.А., Сан-Куами Б. 1987. Особенности развития почв на склонах в левобережной лесостепи УССР. В кн.: Исследования окультуривания почв и повышения их плодородия. Харьков: 68–75.
Georgi A.A., San-Kuami B. 1987. Features of development of the soils on the slopes in the left-Bank forest-steppe of Ukraine. In: Issledovaniya okul'turivaniya pochv i povysheniya ikh plodorodiya [Studies of soil amelioration and improvement of their fertility]. Khar'kov: 68–75. (in Russian)
10. Голубева Т.А. 1967. О радиационном балансе пологих склонов за вегетационный период. В кн.: Микроклиматология. Труды Главной геофизической обсерватории. Вып. 190. Л., Гидрометеиздат: 32.
Golubeva T.A. 1967. On the radiation balance of slopes during the growing season. In: Mikroklimatologiya. Trudy Glavnoj geofizicheskoy observatorii. Vyp. 190 [Microclimatology. Proceedings of Main geophysical Observatory. Vol. 190]. Leningrad, Gidrometeoizdat: 32. (in Russian)
11. Гребенников А.М. 2007. Взаимовлияние видового состава целинной растительности и содержание форм азота в типичных черноземах. В кн.: Инновации, землеустройство, ресурсосберегающие технологии в земледелии. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции ВНИИЗиЗПЭ (г. Курск, 11–13 сентября 2007 г.). Курск: 347–349.
Grebennikov A.M. 2007. The mutual influence of species composition of virgin vegetation and the content of nitrogen forms in a typical Chernozem. In: Innovatsii, zemleustroystvo, resursoberegayushchie tekhnologii v zemledelii. Sbornik dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii the Institute of agriculture and soil protection from erosion (g. Kursk, 11–13 sentyabrya 2007 g.) [Innovation, land management, resource-saving technologies in agriculture. The collection of reports of all-Russian scientific-practical conference



in the Institute of agriculture and soil protection from erosion (Kursk, 11–13 September 2007). Kursk: 347–349. (in Russian)

12. Дайнеко Е.К., Оликова Е.С. 1995. Почвы. В кн.: Центрально-Черноземного государственного заповедника. Вып. 14. Курск: 11–20.

Dayneko E.K., Olikova E.S. 1995. Soils. In: Trudy Tsentral'no-Chernozemnogo gosudarstvennogo zapovednika. Вып. 14. [Proceedings of the Central chernozem state reserve. Vol. 14]. Kursk: 11–20. (in Russian)

13. Караулова Л.Н. 2005. Динамика подвижных соединений азота в черноземах типичных пахотных склонов ЦЧЗ. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Курск, 22.

Karaulova L.N. 2005. Dinamika podvizhnykh soedineniy azota v chernozemakh tipichnykh pakhotnykh sklonov TsChZ [Dynamics of mobile compounds of nitrogen in the chernozems typical of arable slopes of CCZ]. Abstract. dis. ... cand. agrocult. sciences. Kursk, 22. (in Russian)

14. Каштанов А. Н., Явтушенко В.Е. 1997. Агроэкология почв склонов. М., Колос: 240.

Kashtanov A. N., Yavtushenko V.E. 1997. Agroekologiya pochv sklonov [Agroecology of soil slopes]. Moscow, Kolos, 240. (in Russian)

15. Каштанов А.Н., Журавлева Г.А., Мусохранов В.Е. 1974. Некоторые особенности склоновых земель Алтайского Приобья. В кн.: Защита почв от эрозии. Вып. 3. Курск: 9–13.

Kashtanov A.N., Zhuravleva G.A., Musokhranov E.V. 1974. Some features of slope lands of the Ob river area. In: Zashchita pochv ot erozii. Вып. 3 [Protection of soils from erosion. Vol. 3]. Kursk: 9–13. (in Russian)

16. Летопись природы Центрально-Черноземного заповедника за 2009 год. 2010. Книга 58. Машинопись. Заповедный, 425.

Letopis' prirody Central'no-Chernozjomnogo zapovednika za 2009 god [Annals of nature of the Central Chernozem state reserve in 2009]. 2010. Book 58. Typescript. Zapovednyj, 425. (in Russian)

17. Липкина Г.С., Ржезникова Н.Ю. 1987. Почвообразование под лесом и на пашне в различных условиях рельефа. Почвоведение, 3: 82–93.

Lipkina G.S., Rzhazhnikova N.Yu. 1987. Soil formation under forest and on the land in various of conditions of relief. Pochvovedenie [Eurasian Soil Science], 3: 82–93. (in Russian)

18. Лисецкий Ф.Н. 2000. Пространственно-временная организация агроландшафтов. Белгород, Издательство БелГУ: 304.

Liseckij F.N. 2000 Prostranstvenno-vremennaya organizaciya agrolandschaftov [Spatial-temporal organization of landscapes]. Belgorod, Izdatel'stvo BelGU: 304. (in Russian)

19. Ляхов А.И. 1975. Удобрения на эродированных почвах. М., Россельхозиздат, 131.

Lyakhov A.I. 1975. Udobreniya na erodirovannykh pochvakh [Fertilizers on eroded soils]. Moscow, Rossel'khozizdat, 131. (in Russian)

20. Ляхов А.И., А.А. Щелкунова 1976. Эффективность минеральных удобрений на эродированных оподзоленных и выщелоченных черноземах. В кн.: Труды ВИУА. Вып. 55. М.: 15–41.

Lyakhov A.I., A.A. Shehelkunova. 1976. The efficiency of mineral fertilizers on eroded podzolized and leached chernozems. In: Trudy VIUA. Вып. 55 [Proceedings of VIUA. Vol. 55]. Moscow: 15–41. (in Russian)

21. Марголина Н.Я., Александровский А.Л., Ильичев Б.А., Черкинский А.Е., Чичагова О.А. 1988. Возраст и эволюция черноземов. М., Наука, 144.

Margolina N.Ja., Aleksandrovskij A.L., Il'ichev B.A., Cherkinskij A.E., Chichagova O.A. 1988. Vozrast i jevoljucija chernozemov [Age and evolution of chernozems]. Moscow, Nauka, 144. (in Russian)

22. Миркин Б. М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. 1989. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М., Наука, 222.

Mirkin B. M., Rozenberg G.S., Naumova L.G. 1989. Slovar' ponyatij i terminov sovremennoj fitotsenologii [Dictionary of concepts and terms of modern phytocenology]. Moscow, Nauka, 222. (in Russian)

23. Мусохранов В.Е. 1979. Повышение продуктивности склоновых земель. Барнаул, Алтайское книжное издательство: 92.

Musokhranov V.E. 1979. Povyshenie produktivnosti sklonovykh zemel' [Increasing the productivity of sloping land]. Barnaul, Altajskoe knizhnoe izdatel'stvo: 92. (in Russian)

24. Наконечная М.А., Явтушенко В.Е. 1989. Потери гумуса на склоновых землях ЦЧО. Почвоведение, 5: 19–26.

Nakonechnaya M.A., Yavtushenko V.E. 1989. Humus loss on sloping lands in the Central Chernozem region. Pochvovedenie [Eurasian Soil Science], 5: 19–26. (in Russian)

25. Петрова И.Ф. 1990. Тенденции изменения лугово-степной растительности центральной лесостепи. М., ИГАНСССР: 205.

Petrova I.F. 1990. Tendentsii izmeneniya lugovo-stepnoy rastitel'nosti tsentral'noy lesostepi [The change trends of the meadow-steppe vegetation of the Central forest-steppe]. Moscow, IGANSSSR: 205. (in Russian)

26. Проценко Е.П. 2004. Базовые свойства и режимы почв полярно ориентированных склонов. Автореф. дис... доктора. с.-х. наук. Курск, 46 с.

Protsenko E.P. 2004. Basic properties and regimes of soils of polar oriented slopes. Abstract. dis... doct. agrocult. sciences. Kursk, 46. (in Russian)

27. Проценко Е.П. (науч. ред.). 2009. Экологические факторы и свойства почв склонов ЦЧР. Ч. 1. Курск, 145.

Protsenko E.P. (nauch. red.). 2009. Ekologicheskie faktory i svoystva pochv sklonov TsChR. Ch. 1 [Environmental factors and soil properties of the slopes of the Central Chernozem region. Part 1]. Kursk, 145. (in Russian)

28. Проценко Е.П., Шустрова Н.В. 1996. Изменение подвижности фосфора и калия в эрозийных агроландшафтах. В кн.: Тезисы докладов II съезда общества почвоведов (г. Санкт-Петербург, 27–30 июня 1996 г.). Кн. 1. СПб.: 394–395.



Protsenko E.P., Shustrova N.V. 1996. The change of the mobility of phosphorus and potassium in erosion agricultural landscapes. *In: Tezisy докладov II s"ezda obshchestva pochvedov* (g. Sankt-Peterburg, 27–30 iyunya 1996 g.). Kn. 1. [Abstracts of the II congress of the society of soil scientists (St. Petersburg, 27–30 June 1996). Vol. 1]. St. Petersburg: 394–395. (in Russian)

29. Романова Е.Н. 1977. Микроклиматическая изменчивость основных элементов рельефа. Л., Гидрометеиздат, 279.

Romanova E.N. 1977. Mikroklimaticheskaya izmenchivost' osnovnykh elementov rel'efa [Microclimatic variability of the main relief elements]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 279. (in Russian)

30. Романова Е.Н. 1976. Испаряемость на склонах на территории СССР по сезонам. В кн.: Труды ГГО. Микроклиматология. Вып. 351. Л., Гидрометеиздат: 90–101.

Romanova E.N. 1976. Evaporation on the slopes in the territory of the USSR by seasons. *In: Trudy GGO. Mikroklimatologiya. Vyp. 351* [Trudy GGO. Microclimatology. Vol. 351]. Leningrad, Gidrometeoizdat: 90–101. (in Russian)

31. Траутвах И.В. 2000. Динамика минерального азота в черноземе типичном на склонах и его потребление растениями. Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Курск, 23 с.

Trautvakh I.V. 2000. Dinamika mineral'nogo azota v chernozeme tipichnom na sklonakh i ego potreblenie rasteniyami [The dynamics of mineral nitrogen in typical chernozem on slopes and its consumption by plants]. Abstract. dis. ... cand. agricult. sciences. Kursk, 23. (in Russian)

32. Черкасов Г.Н. 2004. Улучшение и использование природных кормовых угодий на склонах Центрального Черноземья. Курск, 118.

Cherkasov G.N. 2004. Uluchsheniye i ispol'zovaniye prirodnykh kormovykh ugodiy na sklonakh Tsentral'nogo Chernozem'ya [The improvement and the use of natural pastures on slopes of the Central Chernozem region]. Kursk, 118. (in Russian)

33. Черкасов Г.Н. 1997. Рациональное использование овражно-балочных земель. В кн.: Проблемы ландшафтного земледелия. Доклады научно-практической конференции, посвященной 25-летию ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (г. Курск, 22–23 марта 1995 г.). Курск: 191–197.

Cherkasov G.N. 1997. The rational use of gully lands. *In: Problemy landshaftnogo zemledeliya. Doklady nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 25-letiyu VNII zemledeliya i zashchity pochv ot erozii* (g. Kursk, 22–23 marta 1995 g.) [Problems of the landscape agriculture. Reports of the scientific-practical conference dedicated to the 25th anniversary of the Institute of agriculture and soil protection from erosion (Kursk, 22–23 March 1995)]. Kursk: 191–197. (in Russian)

34. Чуян Г.А. 1989. Закономерности изменения реакции почвенной среды на склоновых землях. В кн.: Экологические проблемы сохранения и воспроизводства почвенного плодородия. Сборник научных трудов ВНИИЗиЗПЭ. Курск: 116–126.

Chuyan G.A. 1989. Regularities of changes in the reaction of soil environment on sloping lands. *In: Ekologicheskie problemy sokhraneniya i vosproizvodstva pochvennogo plodorodiya. Sbornik nauchnykh trudov of the Institute of agriculture and soil protection from erosion* [Environmental problems of the preservation and the reproduction of the soil fertility. Proceedings of the Institute of agriculture and soil protection from erosion]. Kursk: 116–126. (in Russian)

35. Чуян Г.А. 1994. Научные основы регулирования плодородия типичных черноземов на склоновых землях (в условиях Центрально-Черноземной зоны). Дис. ... д-ра. с.-х. наук. Курск, 57.

Chuyan G.A. 1994. Nauchnye osnovy regulirovaniya plodorodiya tipichnykh chernozemov na sklonovykh zemlyakh (v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnoy zony) [The scientific basis for the regulation of the fertility of typical chernozems on sloping lands (in conditions of the Central Chernozem zone)]. Dis. ... doct. agricult. sciences. Kursk, 57. (in Russian)

36. Чуян Г.А., Чуян С.И. 1993. Трансформация агрохимических показателей почвы под влиянием рельефа, эрозии и удобрений. В кн.: Агроэкологические принципы земледелия. М., Колос: 175–184.

Chuyan G.A., Chuyan S.I. 1993. The transformation of agrochemical indicators of the soil under the influence of a topography, a erosion, and fertilizer. *In: Agroekologicheskie printsipy zemledeliya* [Agro-ecological principles of the agriculture]. Moscow, Kolos: 175–184. (in Russian)

37. Шильников И.А., Богомазов Н.П., Ивойлов А.И. 1998. Известкование оподзоленных и выщелоченных черноземов. В кн.: Плодородие черноземов России. М., Агроконсалт: 266–277.

Shil'nikov I.A., Bogomazov N.P., Ivoilov A.I. 1998. Liming of leached and podzolized chernozems. *In: Plodorodie chernozemov Rossii* [The fertility of chernozems of Russia]. Moscow, Agrokonsalt: 266–277. (in Russian)

38. Юринская В.Ф. 1983. Особенности микробиологической деятельности в типичных черноземах в зависимости от их смытости, элемента и экспозиции склона. В кн.: Научно-технический бюллетень ВНИИЗиЗПЭ. Вып. 1 (36). Курск: 54–60.

Yurinskaya V.F. 1983. Features of microbiological activity in a typical Chernozem depending on their mytaste, element and aspect. *In: Nauchno-tekhnicheskij byulleten' VNII zemledeliya i zashchity pochv ot erozii. Vyp. 1 (36)* [Scientific and technical Bulletin of Institute of agriculture and soil protection from erosion. Vol. 1 (36)]. Kursk: 54–60. (in Russian)

39. Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulssen D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Auflage. Göttingen, Verlag Erich Goltze KG, 258.