

ОЦЕНКА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ, ВОВЛЕЧЕННЫХ В РАЗРАБОТКУ
ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫХ КАРЬЕРОВ КАНСКОГО РАЙОНА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

V.V. Chuprova, A.A. Belousov, E.N. Belousova, Yu.V. Gorbunova

EVALUATION OF AGROECOLOGICAL CONDITION OF THE SOILS INVOLVED IN THE DEVELOPMENT OF SAND AND GRAVEL QUARRIES OF KANSK DISTRICT OF KRASNOYARSK REGION

Чупрова В.В. – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.
E-mail: info@kgau.ru

Белоусов А.А. – канд. биол. наук, доц. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.
E-mail: svoboda57130@mail.ru

Белоусова Е.Н. – канд. биол. наук, доц. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.
E-mail: svoboda57130@mail.ru

Горбунова Ю.В. – канд. биол. наук, доц. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.
E-mail: gorbunova.kgau@mail.ru

Chuprova V.V. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.
E-mail: info@kgau.ru

Belousov A.A. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.
E-mail: svoboda57130@mail.ru

Belousova E.N. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.
E-mail: svobodalist571301858@mail.ru

Gorbunova Yu.V. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of the Inventory of Built-up Territories and Planning of Occupied Places, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.
E-mail: gorbunova.kgau@mail.ru

Цель исследования – оценить агроэкологическое состояние почв деградируемой территории в Канском районе Красноярского края для восстановления ее плодородия и возвращения в сельскохозяйственное использование. Задачи исследования – проанализировать содержание гумуса, макроэлементов и реакцию среды нативной и нарушенной разработками почвы; оценить агроэкологическое состояние сравниваемых пробных площадей на основе ПЭИ; предложить способ восстановления нарушенного земельного массива. Объектом исследования являлся нарушенный земельный участок площадью 20 га, находящийся в пределах Канско-Тасеевской впадины и приуроченный к древней долине р. Кан (56°20' с.ш. и 95°62' в.д.). Согласно обследованию, почвенный покров представлен черноземом обыкновенным карбонатным укороченным среднегумусным среднесуглинистым на коричнево-буром лесовидном среднем суглинке. В почве пробных

площадей были определены: содержание гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, нитратного азота и реакция среды. Рассчитан почвенный экологический индекс по И.И. Карманову. Осуществлялась агроэкологическая оценка почвы нативного земельного участка, а также складированного гумусового горизонта, смешанного с подстилающей породой. Почвенный покров территории подвержен деградационным процессам в результате добычи песчано-гравийной смеси открытым способом. Основным следствием, обусловившим это ухудшение, являлось изменение гранулометрического состава со среднесуглинистого до песчаного и снижение содержания гумуса. Агроэкологическая оценка выявила высокую обеспеченность элементами питания почв исследуемой территории. Гомогенизация гумусового слоя с нижележащим вызывала изменение реакции среды в щелочную сторону. Почвенный экологический индекс (ПЭИ) диаг-

ностировал существенное ухудшение состояния почвы, нарушенной разработками, в нативной почве (ПЭИ = 38), в складированном субстрате (ПЭИ = 30). В качестве фитомелиоративного воздействия предлагается использовать агротехнику биологического восстановления при помощи смеси бобово-злаковых многолетних культур.

Ключевые слова: нарушенный земельный участок, промышленный карьер, нативные почвы, складированный гумусовый горизонт, подстилающая порода, агроэкологическая оценка, показатели почвенного плодородия, восстановление, фитомелиоранты.

The purpose of the research was to assess agro-ecological state of the soils in degraded area in Kansk district of Krasnoyarsk Region to restore its fertility and return to agricultural use. The research problems were to analyze the content of humus, macronutrients and the reaction of native and disturbed by the development of soil environment; to assess agroecological state of compared sample areas based on SEI; to propose the method of restoration of disturbed land array. The object of the study was a disturbed land area of 20 hectares, located within the Kansk-Taseyev depression and dedicated to ancient valley of the river Kan (56° 20'N and 95° 62'E.). According to the survey, the soil cover is represented by ordinary calcareous shortened medium-humus medium-loamy on brown-brown loess-like middle loam chernozym. In the soil of test areas the content of humus, mobile phosphorus, exchangeable potassium, nitrate nitrogen and the soil reaction were determined. Soil environmental index was calculated according to I.I Karmanov. Agroecological assessment of the soil of native land plot, as well as the stored humus horizon mixed with underlying rock was carried out. Soil cover of the territory is the subject to degradation processes as a result of extraction of sand and gravel mixture by open method. The main consequence of this deterioration was the change of particle size composition from medium-loamy to sandy and decrease of humus content. Agroecological assessment revealed high availability of soil nutrient element in investigated area. Homogenization of humus layer with underlying layer caused the change in soil reaction to alkaline side. Soil ecological index (SEI) diagnosed significant deterioration

of the soil disturbed by the development: in native soil (SEI = 38), in stored substrate (SEI = 30). As phytomeliorative effect, it is proposed to use agricultural techniques of biological recovery with a mixture of legumes and cereals of perennial crops.

Keywords: *disturbed land plot, industrial open-cast, native soils, stored humus horizon, underlying bedrock, agroecological assessment, soil fertility indicators, restoration, phytomelioratives.*

Введение. Нарушенные земли – это один из видов деградации, определяющий экологический кризис. Реальные ощущения экологической катастрофы наблюдаются на сельскохозяйственных землях. Более 60 % в составе выявляемых органами Росприроднадзора нарушений связано с захлуплением и загрязнением, порчей и уничтожением плодородного слоя почвы в результате добычи полезных ископаемых, строительства, эксплуатации земельных участков, отрицательно влияющих на их состояние, эрозией и др. Такие земли часто выводятся из сельскохозяйственного оборота, сокращая площадь пахотных и кормовых угодий. Например, площадь пашни в РФ уменьшилась на 11 млн га [6], в Красноярском крае за последние 16 лет – на 35 %, что выше средней по России величины (9 %) [7]. Сложность оценки сложившейся ситуации обусловлена отсутствием надежной информации о положении и агроэкологическом состоянии нарушенных участков. Для этого нужно осуществить инвентаризацию таких земель, агроэкологическую оценку состояния почвенного покрова и решить вопрос о способах восстановления и пригодности для сельскохозяйственного использования.

Цель исследования: оценить агроэкологическое состояние почв деградируемой территории для восстановления ее плодородия и возвращения в сельскохозяйственное использование.

Задачи исследования: проанализировать содержание гумуса, макроэлементов и реакцию среды нативной и нарушенной разработками почвы; оценить агроэкологическое состояние сравниваемых пробных площадей на основе ПЭИ; предложить способ восстановления нарушенного земельного массива.

Объекты и методы исследования. Объектом наблюдений являлся нарушенный карьерный

ми разработками земельный массив площадью 20 га, находящийся в пределах Канско-Тасеевской впадины и приуроченный к древней долине р. Кан в Канском районе Красноярского края. Особенности геоморфологии и рельефа, существенно влияющие на почвенно-гидрологические процессы в условиях техногенного воздействия и изменившие экологическое состояние этого земельного участка, в значительной мере определяют силу влияния техногенного воздействия. Здесь развиты аллювиальные отложения (песок, гравий, галька), находящиеся неглубоко, примерно на глубине 80–120 см. Территория длительное время использовалась для добычи песчано-галечниковой породы без соблюдения технологических приемов. В результате сформировался промышленный карьер и локальные выемки.

В пределах исследуемой территории было выделено 4 пробные площади (ПП): ПП 1 и ПП 2 – нативная почва: *чернозем обыкновенный карбонатный укороченный среднегумусный среднесуглинистый на коричнево-буром лессовидном среднем суглинке* вблизи с промышленным карьером (почвенные профили); ПП 3 и

ПП 4 – отвалы смеси гумусового горизонта с подгумусовой толщей почвы (нарушенная разработками почва). Из выделенных генетических горизонтов нативной почвы и отвалов из слоев 0–20 и 20–40 см отбирались почвенные образцы. Химические и физико-химические показатели почвы получены по Л.А. Воробьевой [3]. Почвенный экологический индекс (ПЭИ) рассчитывали по И.И. Карманову [5].

Результаты исследования и их обсуждение. Одним из основных показателей, используемых для характеристики агроэкологического состояния почв, является обеспеченность их гумусом и биогенными элементами. В связи с этим снижение их содержания может рассматриваться как критерий деградации почвенного покрова на оцениваемой территории [7].

По содержанию гумуса, согласно шкале Л.А. Гришиной и Д.С. Орлова (1978), исследуемые нативные почвы отнесены к среднегумусным (табл. 1), а в почвенных профилях наблюдалось значимое снижение гумуса до очень низкого уровня. В связи с малой мощностью гумусово-аккумулятивных горизонтов предположительны и незначительные его запасы.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика нативной почвы пробных площадей, ненарушенных разработками

Пробная площадь	Горизонт	Слой, см	Гумус, %	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ K ₂ O		pH _{ксл}
					мг/100 г		
ПП 1	A _к	0–23	4,0±0,6	< 2,8	22,3±4,1	129,1±13,1	7,2±0,1
	AB _к	23–43	1,3±0,3	5,4±1,6	8,4±2,0	62,2±6,2	7,6±0,1
	BC _к	43–85	0,5±0,1	< 2,8	9,1±3,0	16,2±2,0	8,0±0,1
	C _к	85–120	0,5±0,1	3,1±0,9	6,1±2,0	18,1±2,0	7,8±0,1
ПП 2	A _к	0–16	5,1±0,5	5,1±1,5	18,4±4,2	144,0±14,1	7,4±0,1
	AB _к	17–34	2,0±0,4	9,8±2,9	6,2±2,0	93,2±9,2	7,9±0,1
	BC _к	34–75	0,8±0,2	6,3±1,9	6,2±2,0	82,0±8,1	8,3±0,1
	C _{кг}	75–130	0,6±0,1	4,2±1,3	2,1±1,0	54,2±5,0	8,3±0,1

Гумусовые вещества оптимизируют для растений не только химические, но и многие физические характеристики почвы. Поэтому рассчитанные параметры гумуса в почвах свидетельствуют о необходимости пополнения исследуемой почвы территории органическим веществом. Одним из наиболее эффективных для этого методов окультуривания в сложившейся си-

туации является использование в качестве фитомелиорантов культуры многолетних трав.

По содержанию нитратного азота верхние горизонты почв профилей оценивались «очень низким» и «низким» уровнями. Принимая во внимание среднее содержание гумуса и динамичность нитратного азота в почвах, считаем, что при окультуривании территории в состав травосмеси необходимо включать растения из

семейства бобовых. Повышенные значения N-NO₃ в подгумусовых слоях свидетельствуют о его активном поглощении корнями луговой растительности в «головных» слоях.

По содержанию подвижного фосфора профили оцениваемых почв характеризовались высоким уровнем обеспеченности, что характерно для черноземов Канской лесостепи. Гумусовые горизонты содержат фосфора существенно больше, чем нижележащие слои и материнская порода. Однако щелочная реакция исследуемой почвы (см. табл. 1) обуславливает формирование труднорастворимых соединений элемента, слабо доступных растениям. По содержанию обменного калия почвы характеризовались очень высоким уровнем, что благоприятно отразится на фитомелиорирующей способности многолетних трав.

Реакция среды является наиболее устойчивым генетическим показателем почв. Всякое

изменение реакции среды приводит к резкой смене характера почвообразования и экологических условий обитания организмов. Уровень реакции исследуемой почвы указывал на слабощелочные ее значения в верхней части профиля. В нижележащих горизонтах она возрастала до среднещелочной. Согласно экологическим оценкам, такие значения способствуют возрастанию дефицита подвижных соединений фосфора, железа, цинка и марганца.

Вскрытые при разработке песчано-гравийных карьеров гумусовый слой и подстилаящая порода претерпевали существенные изменения. Перемешивание гумусового слоя с почвенной массой горизонта АВ_к в процессе снятия верхнего слоя почвы вызывало гетерогенность по содержанию гумуса и в целом существенно снижало его параметры до низкого уровня (табл. 2).

Таблица 2

Агрохимическая характеристика почвы пробных площадей

Пробная площадь	Слой, см	Гумус, %	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH _{KCl}	
				мг/100 г			
ПП 3	1	0–20	2,8±0,6	20,9±4,2	14,2±4,0	107,0±11,0	7,3±0,1
		20–40	2,2±0,4	15,5±3,1	13,1±4,0	89,1±9,0	7,5±0,1
	2	0–20	2,1±0,4	14,8±2,5	10,0±3,0	68,1±7,1	7,4±0,1
		20–40	2,0±0,4	14,8±3,0	10,0±3,0	85,2±9,0	7,6±0,1
	3	0–20	1,2±0,2	8,9±2,7	7,2±2,0	53,3±5,2	7,4±0,1
		20–40	2,0±0,4	12,9±2,6	11,0±3,0	70,1±7,0	7,5±0,1
	4	0–20	1,5±0,3	8,7±2,6	11,0±3,0	61,2±6,1	7,6±0,1
		20–40	1,4±0,3	9,3±2,8	11,0±3,0	54,2±5,2	7,5±0,1
ПП 4	1	0–20	1,7±0,3	10,2±2,0	6,2±2,0	36,2±4,1	7,6±0,1
		20–40	1,9±0,4	13,8±2,8	7,1±2,0	42,2±4,1	7,5±0,1
	2	0–20	2,8±0,6	24,6±4,9	5,0±2,0	70,2±7,2	7,6±0,1
		20–40	4,8±0,7	32,4±6,5	13,2±4,0	97,0±10,0	7,4±0,1
	3	0–20	3,2±0,5	8,7±2,4	101,0±12,0	90,0±14,0	6,8±0,1
		20–40	3,2±0,5	3,2±2,6	151,0±18,0	87,1±13,0	6,9±0,1

Поэтому в ходе восстановительных работ территории одной из основных задач будет являться увеличение поступления в почвенный субстрат органического материала. Его источниками могут служить многолетние травы.

Содержание нитратного азота в смесях гумусового горизонта с подгумусовой толщиной относительно почвы, ненарушенной разработками,

существенно возросло до высокого уровня. Данный факт, вероятно, обусловлен усилением минерализационных и нитрификационных процессов в результате активного перемешивания и обнажения почвенного материала смеси.

В отличие от нитратного азота содержание подвижного фосфора в складываемых образцах снижалось (см. табл. 2). Однако количественно

ные характеристики элемента питания находились в пределах «высокого» уровня шкалы обеспеченности. Также в отвалах смеси гумусового горизонта с подгумусовой толщей в зоне локальных нарушений в 1 км от промышленного карьера наблюдалось значимое варьирование данных по содержанию подвижных соединений фосфора. Данные таблицы 2 свидетельствуют о высоком уровне содержания обменного калия в почвенной смеси. Однако прослеживалась закономерность, аналогичная с подвижным фосфором, – количественно содержание обменного калия было существенно меньшим, чем в гумусовых горизонтах нативных (исходных) почвенных профилей.

Таким образом, складирование гумусового горизонта с подгумусовой толщей в отвалах обуславливает повышение содержания нитрат-

ного азота и снижение концентрации подвижного фосфора и обменного калия. Тем не менее, уровень их содержания соответствовал «высокому». По реакции среды почвы анализируемых отвалов характеризовались как слабощелочные, подобно значениям верхних горизонтов почвенных профилей.

Согласно методологии [5], каждая почва, формирующаяся в определенных экологических условиях, соответствует установленному почвенно-экологическому индексу (ПЭИ). Он позволяет оценивать состояния почв природных фитоценозов, пашни, многолетних насаждений сенокосов и пастбищ от конкретного участка поля до крупных регионов. Рассчитанные нами значения ПЭИ выявили существенное ухудшение отдельных параметров исследуемых почв (табл. 3).

Таблица 3

Почвенный экологический индекс исследуемых объектов

Объект исследований	ПЭИ
Нативная почва (чернозем обыкновенный)	38
Нарушенная (складированная) почва	30

Прежде всего, обнаруженная деградация связана со значимым «облегчением» гранулометрического состава складированной почвы вследствие ее перемешивания с песчаной породой. Также выявлено значимое снижение содержания гумуса.

Таким образом, агроэкологическая оценка свидетельствует о необходимости восстановительных мероприятий на нарушенном разработками земельном массиве. В качестве фитомелиоративного воздействия на рекультивируемую земельную территорию планируется использовать смесь бобово-злаковых многолетних культур. Предлагаемое вызвано их относительно слабой требовательностью к условиям произрастания и очень высокой экологической пластичностью.

Многолетние и однолетние бобовые травы, обогащающие почву азотом ввиду хорошо развитой корневой системы, а также благодаря ее более продолжительной деятельности, обладают мощным фитомелиоративным эффектом. Кроме того, высокое проективное покрытие многолетних трав и корневая система с сильно раз-

ветвленной сетью мелких корешков удерживают частицы почвы от вымывания и выдувания. Поэтому они анонсируются как почвовосстанавливающие культуры. Перечисленные особенности определяют взаимоотношение трав с окружающей средой, в том числе и отношение к эдафическому фактору. Отсюда следует, что знание почвенной экологии трав – одно из важнейших условий их успешного возделывания с целью восстановления нарушенных разработкой карьеров почвенного покрова.

Выводы

1. Агроэкологическое состояние нативного земельного участка свидетельствует о среднем содержании гумуса, низко обеспеченным соединениями азота, а по содержанию подвижного фосфора и обменного калия – высоко обеспеченным. Реакция среды почвы щелочная. Содержание гумуса в складированном гумусовом горизонте и подстилающей породе низкое. Содержание нитратного азота высокое вследствие усиления минерализационных и нитрифи-

кационных процессов в связи с активным перемешиванием смеси.

2. Проведенная агроэкологическая оценка состояния нарушенного земельного участка при добыче песчано-гравийной смеси свидетельствует о возможности вовлечения его в сельскохозяйственный оборот.

3. Для восстановления нарушенного земельного участка предлагается использовать смеси бобово-злаковых многолетних культур.

Литература

1. Агротимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Булгаков Д.С., Чупрова В.В., Шпедт А.А. Проблемы использования в Красноярском крае земель, выбывших из сельскохозяйственного оборота, и пути их решения // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота. – М., 2008. – С. 271–273.
3. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
4. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1978. – С. 42–47.
5. Карманов И.И., Булгаков Д.С., Карманова Л.А. Современные аспекты оценки земель и плодородия почв // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 850–857.
6. Лойко П.Ф., Молчанов Э.Н. Совершенствование нормативно-правового обеспечения предотвращения выбывания ценных продуктивных земель и организационно-управленческих аспектов современного сельскохозяйственного землепользования в России // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота. – М., 2008. – С. 126–139.

7. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Агроэкосистемы: проблемы функционирования и сохранения устойчивости (теория и практика агронома-эколога): учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Н. Новгород: Изд-во НГСХА. – 2002. – 205 с.

Literatura

1. Agrohimičeskie metody issledovanija počhv. – М.: Nauka, 1975. – 656 s.
2. Bulgakov D.S., Čuprova V.V., Špedt A.A. Problemy ispol'zovanija v Krasnojarskom krae zemel', vybyvših iz sel'skhozajstvennogo oborota, i puti ih rešenija // Agrojekologičeskoe sostojanie i perspektivy ispol'zovanija zemel' Rossii, vybyvših iz aktivnogo sel'skhozajstvennogo oboro-ta. – М., 2008. – S. 271–273.
3. Vorob'eva L.A. Teorija i praktika himičeskogo analiza počhv. – М.: GEOS, 2006. – 400 s.
4. Grishina L.A., Orlov D.S. Sistema pokazatelej gumusnogo sostojanija počhv // Problemy počvovedenija. – М.: Nauka, 1978. – S. 42–47.
5. Karmanov I.I., Bulgakov D.S., Karmanova L.A. Sovremennye aspekty ocenki zemel' i plodorodija počhv // Pochvovedenie. – 2002. – № 7. – S. 850–857.
6. Lojko P.F., Molchanov Je.N. Sovershenstvovanie normativno-pravovogo obespečenija predotvrashhenija vybyvanija cennyh produktivnyh zemel' i organizacionno-upravlenčeskij aspektov sovremennogo sel'skhozajstvennogo zemlepol'zovanija v Rossii // Agrojekologičeskoe sostojanie i perspektivy ispol'zovanija zemel' Rossii, vybyvših iz aktivnogo sel'skhozajstvennogo oborota. – М., 2008. – S. 126–139.
7. Titova V.I., Dabahov M.V., Dabahova E.V. Agrojekosistemy: problemy funkcionirovanija i sohranenija ustojčivosti (teorija i praktika agronoma-jekologa): učeб. posobie. – 2-e izd., pererab. i dop. – N. Novgorod: Izd-vo NGSXA. – 2002. – 205 s.