

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
НА ВНОВЬ СОЗДАННОМ АГРОЛАНДШАФТЕ РЕКУЛЬТИВИРУЕМОГО ПОЛИГОНА
ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВPRODUCTIVITY AND QUALITY OF AGRICULTURAL CROPS ON THE NEWLY CREATED
AGRICULTURAL LANDSCAPE OF THE RECULTIVATED LANDFILL OF SOLID MUNICIPAL WASTE

Ключевые слова: рекультивация, полигон, осадок сточных вод, агроландшафт, урожайность, качество сельскохозяйственной продукции.

Keywords: reclamation, landfill, sewage sludge, agricultural landscape, yielding capacity, quality of agricultural products.

После рекультивации полигоны ТКО с использованием осадка сточных вод должны представлять собой экологически устойчивые продуктивные агроландшафты. На продуктивность вновь созданного агроландшафта и качество сельскохозяйственной продукции существенное влияние будет оказывать использование ОСВ для формирования пахотного слоя при рекультивации полигона ТКО. Исследования по определению влияния внесения различных норм ОСВ на урожайность сельскохозяйственных культур при формировании агроландшафта рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов проводились по тритикале, фестулолиуму, кострецу безостому. Результаты проведенного химического анализа тритикале, костреца безостого, фестулолиума показали низкое содержание ртути, кадмия, свинца, мышьяка, меди и цинка и пригодность данных сельскохозяйственных культур на корм. В ходе проведенных физико-химических анализов установили, что из всех опытных образцов наибольшее количество сырого протеина (27,5 г/кг) содержится на варианте 2 костреца безостого; сырой клетчатки (35,04 г/кг) тритикале – на варианте 3; сырой золы (11,7 г/кг) фестулолиума – на варианте 3.

After reclamation, solid municipal waste (SMW) landfills using sewage sludge should become environmentally sustainable productive agricultural landscapes. The productivity of the newly created agricultural landscape and the quality of agricultural products will be significantly affected by the use of sewage sludge in the formation of the arable layer during the reclamation of the SMW landfill. Studies to determine the impact of the introduction of various norms of sewage sludge on crop productivity in the formation of the agro-landscape of the reclaimed landfill of solid municipal waste were conducted on triticale, Festulolium, awnless brome. The results of the chemical analysis of triticale, awnless brome, and Festulolium showed a low content of mercury, cadmium, lead, arsenic, copper, and zinc, and the suitability of these crops for feed. In the course of the physical and chemical analyses carried out, it was found that of all the experimental samples, the largest amount of crude protein (27.5 g/kg) was contained in option 2 of the awnless brome; crude fiber (35.04 g/kg) of triticale in option 3; crude ash (11.7 g/kg) of Festulolium in option 3.

Чепрунова Юлия Владимировна, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: zubkova.ula@mail.ru.

Тиньгаев Анатолий Владимирович, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: avtin@mail.ru.

Шепталов Вячеслав Борисович, к.с.-х.н., ООО «АлтайАгроХимСоюз плюс», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: alt.22@mail.ru.

Cheprunova Yulia Vladimirovna, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation. e-mail: zubkova.ula@mail.ru.

Tingayev Anatoliy Vladimirovich, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation. e-mail: e-mail: avtin@mail.ru.

Sheptalov Vyacheslav Borisovich, Cand. Agr. Sci., ООО «Altaiagrohimsoyuz plus», Barnaul, Russian Federation, e-mail: alt.22@mail.ru.

Введение

В связи с большим расходом грунта для рекультивации полигона твердых коммунальных отходов (ТКО) и формирования агроландшафта необходимо использовать доступные осадки сточных вод (ОСВ) населенных пунктов, что позволит снизить негативные воздействия органических отходов и полигона на окружающую

среду региона и возродить ценность земель для хозяйственного использования [1-4].

После рекультивации полигоны ТКО с использованием осадка сточных вод должны представлять собой экологически устойчивые продуктивные агроландшафты. На продуктивность вновь созданного агроландшафта и качество сельскохозяйственной продукции существенное влияние будет оказывать использова-

ние ОСВ при формировании пахотного слоя при рекультивации полигона ТКО [6, 7].

Цель исследования – определить влияние использования ОСВ при формировании пахотного слоя вновь сформированного агроландшафта рекультивируемого полигона на урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – вновь созданный агроландшафт на рекультивируемом участке полигона ТКО (рис. 1), расположенном в северо-западной части г. Барнаула. Рекультивация участка полигона ТКО и формирование агроландшафта были совершены в августе 2019 г.

Технический этап рекультивации участка полигона ТКО производился согласно инструкции, утвержденной Минстроем России [7].

Для биологического этапа рекультивации и дальнейших исследований использовались инструкция Минстроя России [7] и методика Б.А. Доспехова. Химические анализы почвы,

сельскохозяйственных культур проведены по общепринятым методикам, обработка данных выполнена с использованием методов статистики. Для проведения рекультивации участка полигона ТКО г. Барнаула и создания агроландшафта в качестве грунта использовались почва и (или) осадок сточных вод городских комплексных очистных сооружений. Полевой опыт был заложен в 3 вариантах по использованию ОСВ в рекультивации: контроль, почвогрунт (606 т/га), смесь осадка сточных вод (ОСВ) и почвогрунта (303 т/га ОСВ + 303 т/га почвогрунта), осадок сточных вод (606 т/га ОСВ) [8].

Результаты исследований

Климат на территории полигона ТКО континентальный [8]. Погодные условия в вегетационный период на полигоне ТКО г. Барнаула за период исследований представлены на рисунках 2, 3.

Средняя температура в вегетационный период колебалась от 11,8⁰С в мае до 19,9⁰С в июле.



Рис. 1. Рекультивируемый участок полигона твердых коммунальных отходов г. Барнаула

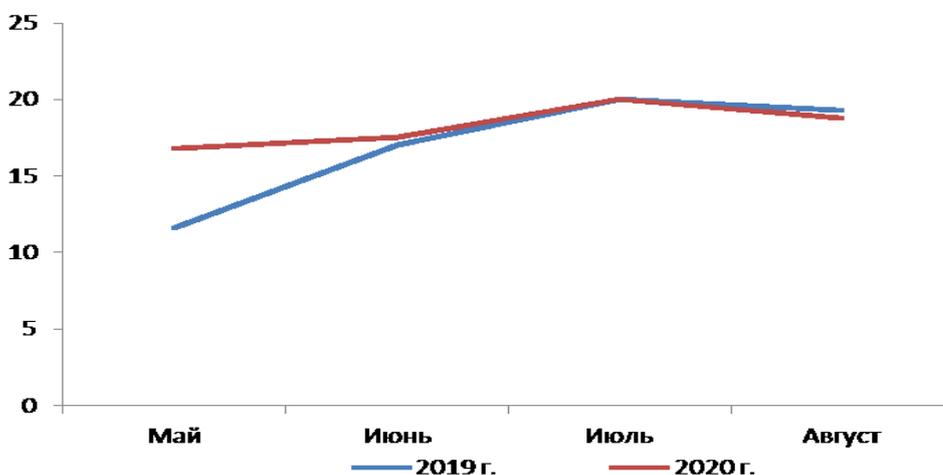


Рис. 2. Температура воздуха, ⁰С

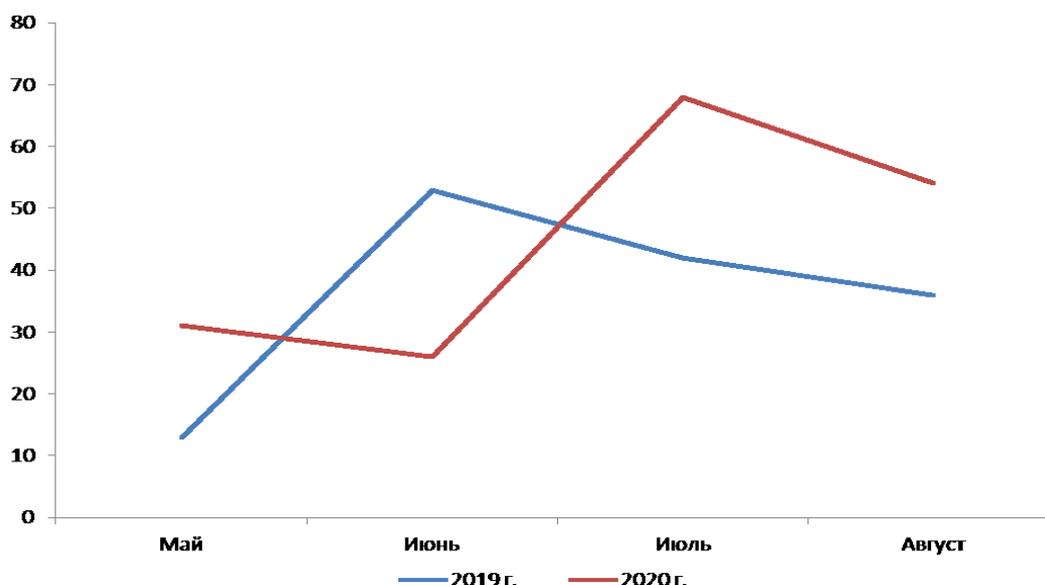


Рис. 3. Количество выпавших осадков, мм

Суммарное количество осадков в вегетационный период в 2020 г. на 35 мм больше по сравнению с 2019 г. Максимальное количество осадков в вегетационный период было в июле 2020 г.

Почва и осадок сточных вод, используемые в полевом опыте, были взяты у ООО «Барнаульский водоканал». Почва – чернозем обыкновенный, маломощный, среднесуглистый.

Осадок сточных вод был взят с мест обезвреживания (на иловых площадках) комплексных очистных сооружений г. Барнаула со сроком хранения более 5 лет. Почва осадка представлена однородной, рыхлой с массовыми долями влаги не более 60% и органического вещества не менее 32,8%.

Физико-химические показатели почвогрунтов агроландшафта по вариантам рекультивирован-

ного участка полигона ТКО г. Барнаула отражены в таблице 1.

Верхний слой почв агроландшафта по вариантам рекультивированного участка полигона ТКО характеризуется близкой к нейтральной реакцией среды (рН водная от 5,8 до 7,8), высоким содержанием подвижного фосфора (от 283,5 до 1938 мг/кг), повышенным содержанием обменного калия (193,1 до 313,5 мг/кг).

Исследования по определению влияния внесения различных норм ОСВ на урожайность сельскохозяйственных культур при формировании агроландшафта рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов проводились по тритикале, фестулолиуму, кострецу безостому (табл. 2).

Таблица 1

Физико-химические показатели почвогрунтов агроландшафта по вариантам рекультивированного участка полигона ТКО г. Барнаула

Наименование показателей	Вариант 1 (почвогрунт)	Вариант 2 (смесь ОСВ и почвогрунта)	Вариант 3 (ОСВ)
рН, солевая	6,5	5,5	5,7
рН, водная	7,8	5,9	5,8
Гумус	3,2	7,8	8,7
Азот нитратный, мг/кг	1,6	141,0	380,0
Фосфор подвижный, мг/кг	283,5	1756,6	1938,2
Калий обменный, мг/кг	193,1	313,5	291,6
Азот общий, %	0,06	0,28	0,23
Общий фосфор, %	0,35	1,85	2,38
Калий общий, %	0,14	0,11	0,98

Таблица 2

Урожайность тритикале, фестулолиума, костреца безостого при внесении разных норм ОСВ при рекультивации полигона ТКО

Варианты опыта	Урожайность, т/га		
	тритикале (зерно)	фестулолиума (зеленая масса)	кострец безостый (зеленая масса)
1	3,81	6,1	8,5
2	7,58	9,2	10,1
3	6,72	9,9	13,0
НСР, ц/га	0,58	0,32	0,33

Максимальная урожайность тритикале была получена во 2-м варианте, фестулолиума и костреца безостого – в 3-м варианте. Наличие существенных различий вариантов в опыте подтвердил дисперсионный анализ данных по урожайности. Степень влияния вариантов на урожайность более 80%.

Содержание тяжелых и токсичных элементов в сельскохозяйственных культурах, выра-

щенных на вновь созданном агроландшафте, не должно превышать установленные предельно допустимые концентрации для корма сельскохозяйственных животных (табл. 3) [9].

Результаты проведенного химического анализа тритикале, костреца безостого, фестулолиума показали низкое содержание ртути, кадмия, свинца, мышьяка, меди и цинка и пригодность данных сельскохозяйственных культур на корм.

Таблица 3

Содержание тяжелых и токсичных элементов в сельскохозяйственных культурах на вновь созданном агроландшафте, мг/кг

Культура	Вариант	Ртуть	Кадмий	Свинец	Мышьяк	Медь	Цинк
Тритикале (зерно)	1	0,0096	0,14	1,1	0,035	2,46	28,45
	2	0,0079	0,13	0,96	0,028	2,57	25,75
	3	0,0084	0,15	0,78	0,029	2,82	28,8
Кострец безостый	1	0,0079	0,123	1,60	0,030	7,65	28,04
	2	0,0089	0,117	1,75	0,041	6,80	29,85
	3	0,0082	0,133	1,35	0,036	8,45	32,37
Фистололиум	1	0,0092	0,100	1,90	0,037	3,95	20,00
	2	0,0104	0,125	2,20	0,44	5,72	29,35
	3	0,0098	0,119	1,50	0,035	5,96	30,90
ПДК [9]		0,05	0,3	5,0	0,5	30,0	50,0

Таблица 4

Питательная ценность сельскохозяйственных культур на вновь созданном агроландшафте полигона ТКО

Культура	Вариант	Массовая доля сырого протеина, г/кг, не менее	Массовая доля сырой клетчатки, г/кг, не более	Массовая доля сырой золы, г/кг, не более
Тритикале (зерно)	1	5,94	33,43	6,8
	2	5,94	32,07	7,0
	3	7,56	35,04	10,08
Кострец	1	27,00	16,33	10,02
	2	28,94	18,17	10,8
	3	27,00	17,97	10,02
Фистололиум	1	18,19	18,63	9,07
	2	25,00	18,20	10,8
	3	25,63	18,77	11,7

По результатам испытаний зеленой массы костреца безостого и фистололиума, зерна тритикале по количеству питательных веществ, необходимых животным для нормального развития, здоровья и обеспечения высокой продуктивности, были получены следующие результаты (табл. 4).

В ходе проведенных физико-химических анализов установили, что из всех опытных образцов наибольшее количество сырого протеина (27,5 г/кг) содержится на варианте 2 костреца безостого, сырой клетчатки (35,04 г/кг) тритикале – на варианте 3, сырой золы (11,7 г/кг) фистололиума – на варианте 3.

Выводы

1. При формировании агроландшафта рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов максимальная урожайность была получена на вариантах с использованием осадка сточных вод.

2. Содержание тяжелых и токсичных элементов в сельскохозяйственных культурах, выращенных на вновь созданном агроландшафте, не превышает ПДК для корма сельскохозяйственных животных.

3. Использование осадка сточных вод влияет на увеличение массовых долей сырого протеина и клетчатки в сельскохозяйственных культурах.

Библиографический список

1. СП 320.1325800.2017. Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 12 с. – Текст: непосредственный.

2. Максимова, С. В. Экологические основы освоения территорий закрытых свалок и полигонов захоронения твердых бытовых отходов: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: 03.00.16 / Максимова Светлана Валентиновна; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2004. – 32 с. – Текст: непосредственный.

3. Система оценки устойчивости агроландшафтов для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов / Н. П. Масютенко, Н. А. Чуян, Г. И. Бахирев [и др.]. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2013. – 50 с. – Текст: непосредственный.

4. Трушин, Б. В. Принципы эффективной рекультивации полигонов ТКО / Б. В. Трушин. – Текст: непосредственный // Твердые бытовые отходы. – 2019. – № 5. – С. 19-22.

5. Путивский, С. А. Современные технологии рекультивации полигонов ТКО / С. А. Путивский, Б. В. Трушин, А. Н. Давидяк. – Текст: непосредственный // Твердые бытовые отходы. – 2017. – № 9. – С. 18-20.

6. Использование осадков сточных вод / Р. П. Воробьева, А. С. Давыдов, Г. Е. Мерзлая [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2020. – 192 с. – Текст: непосредственный.

7. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов (утв. Минстроем России 02.11.1996). – Текст: непосредственный.

8. Чепрунова, Ю. В. Влияние осадка сточных вод на урожайность сена овса при биологической рекультивации полигона твердых коммунальных отходов / Ю. В. Чепрунова, А. В. Тиньгаев, Р. П. Воробьева. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 12 (182). – С. 50-56.

9. Харламова, Н. Ф. Климат и сезонная ритмика природы Барнаула / Н. Ф. Харламова, В. С. Ревякин, Б. А. Леконцев. – Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2005. – 143 с. – Текст: непосредственный.

10. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. – Текст: непосредственный.

References

1. SP 320.1325800.2017. Poligony dlya tverdyh kommunal'nyh othodov. Proektirovanie, ekspluatatsiya i rekul'tivatsiya. – Moskva: Standartinform, 2018. – 12 s. – Tekst: neposredstvennyj.

2. Maksimova, S. V. Ekologicheskie osnovy osvoeniya territorij zakrytyh svalok i poligonov zahoroneniya tverdyh bytovykh othodov: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk: 03.00.16 / Maksimova Svetlana Valentinovna; Perm. gos. tekhn. un-t. – Perm', 2004. – 32 s. – Tekst: nepo-sredstvennyj.

3. Sistema ocenki ustojchivosti agrolandshaftov dlya formirovaniya ekologicheski sbalansirovannykh agrolandshaftov / N. P. Masyutenko, N. A. Chuyan, G. I. Bahirev [i dr.]. – Kursk: GNU

VNIIZIPE RASKHN, 2013. – 50 s. – Tekst: neposredstvennyj.

4. Trushin, B. V. Principy effektivnoj rekul'tivacii poligonov TKO / B. V. Trushin. – Tekst: neposredstvennyj // Tverdye bytovye othody. – 2019. – № 5. – S. 19-22.

5. Putivskij, S. A. Sovremennye tekhnologii rekul'tivacii poligonov TKO / S. A. Putivskij, B. V. Trushin, A. N. Davidiyak. – Tekst: neposredstvennyj // Tverdye bytovye othody. – 2017. – № 9. – S. 18-20.

6. Ispol'zovanie osadkov stochnyh vod / R. P. Vorob'eva, A. S. Davydov, G. E. Merzlaya [i dr.]. – Novosibirsk: Nauka, 2020. – 192 s. – Tekst: neposredstvennyj.

7. Instrukciya po proektirovaniyu, ekspluatacii i rekul'tivacii poligonov dlya tverdyh bytovyh othodov

(utv. Minstroem Rossii 02.11.1996). – Tekst: neposredstvennyj.

8. Cheprunova, Yu. V. Vliyanie osadka stochnyh vod na urozhajnost' sena ovsa pri biologicheskoj rekul'tivacii poligona tverdyh kommunal'nyh othodov / Yu. V. Cheprunova, A. V. Tin'gaev, R. P. Vorob'eva. – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 12 (182). – S. 50-56.

9. Harlamova, N. F. Klimat i sezonnaya ritmika prirody Barnaula / N. F. Harlamova, V. S. Revyakin, B. A. Lekoncev. – Barnaul: Izd-vo Altajskogo universiteta, 2005. – 143 s. – Tekst: neposredstvennyj.

10. SanPiN 2.1.7.573-96. Gigienicheskie trebovaniya k ispol'zovaniyu stochnyh vod i ih osadkov dlya orosheniya i udobreniya. – Tekst: neposredstvennyj.

