



УДК 631.86; 631.95

М.И. Иргит, О.А. Ульянова

**ВЛИЯНИЕ БИОГУМУСА И АЗОФОСКИ НА СВОЙСТВА АГРОСЕРОЙ
ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ**

M.I. Irgit, O.A. Ulyanova

**THE INFLUENCE OF BIOHUMUS AND AZOPHOSKA ON THE PROPERTIES OF GREY FOREST
SOIL AND CORN FERTILITY**

Показана возможность переработки пищевых отходов методом вермикюльтуры в эффективное экологически безопасное удобрение – биогумус. Цель исследования – изучить действие нового вида биогумуса и азофоски на показатели плодородия агросерой почвы и урожайность кукурузы. Апробацию удобрений проводили в вегетационно-полевом опыте. Установлено, что вносимые в разных дозах удобрения в агросерую почву способствуют достоверному повышению содержания гумуса к контролю. Исключение составил вариант с азофоской, вносимой в дозе, эквивалентной 3 т/га биогумуса, где содержание его было на уровне контроля. Внесение в почву 3 и 6 т/га биогумуса способствовало изменению реакции почвенной среды от слабокислой на контроле до близкой к нейтральной. Применение 3 т/га биогумуса в почву на фоне азофоски, вносимой в количестве, эквивалентном биогумусу, способствовало статистически значимому повышению валовых форм азота, фосфора и формированию максимальной урожайности кукурузы, прибавка которой составила 24 % к контролю. Показано, что энергетическая эффективность биогумуса выше, чем азофоски, и изменялась от 2,28 до 8,78 ед. в зависимости от варианта опыта.

Ключевые слова: пищевые отходы, биогумус, вермикюльтура, азофоска, агросерая почва, плодородие, кукуруза.

The article shows the possibility of food waste recycling using vermiculture method into an effective environmentally friendly fertilizer named biohumus (vermicompost). The purpose of the research was to study the effect of new type of biohumus and azophoska on grey forest soil fertility indicators and corn yield. Testing of fertilizers was performed during the growing-field experiment. It was found that the insertion of different doses of fertilizer into grey forest soil causes significant increase in humus content compared to reference. The exception was the variant with azophoska inserted at a dose equivalent to 3 t/hectare of vermicompost, where its content was at the reference level. The insertion of 3 and 6 t/hectare of biohumus caused soil environment reaction change from weakly acid (reference) to close to neutral. The insertion of 3 t/hectare of vermicompost into the soil along with azophoska inserted in amount the same as biohumus promoted statistically significant increase in gross forms of nitrogen, phosphorus as well as formation of the maximum yield of corn, which increase was 24 % compared with the reference level. It is shown that the energy efficiency of vermicompost is higher than that of azophoska and varies from 2,28 to 8,78 units depending on the experiment variant.

Key words: foodwaste, biohumus, vermiculture, azophoska, grey forest soil, fertility, corn.

Введение. Значение почвы как основного средства сельскохозяйственного производства определяется ее основным свойством – плодородием. С давних пор человек оценивает почву, главным образом, с точки зрения ее плодородия. Почва – сложная система, которая живет и развивается по своим законам, поэтому под плодородием нужно понимать весь комплекс почвенных свойств и процессов, определяющих нормальное развитие растений. Плодородие, как часть почвообразовательного процесса, тесно связано с превращениями, аккумуляцией и передачей энергии и веществ, что происходит в результате количественных и качественных изменений факторов и условий плодородия. Эти изменения могут протекать как в благоприятном для развития плодородия отношении, так и в неблагоприятном. В последнее время наблюдается снижение плодородия почв в регионе. Одним из способов его повышения является внесение удобрений в научно обоснованном количестве. Недостаток применяемых удобрений привел к поиску других источников удобрительных ресурсов. Ни для кого не секрет, что человек всегда нуждается в пище, и поэтому она является одной из основ жизни как источник питания и энергии для жизнедеятельности организма. Однако не все употребляется в полном объеме, и естественно что-то идет в отходы. 11 июля 1987 года численность населения Земли достигла 5 млрд человек. В новом веке мы перешагнули уже 7-миллиардный барьер. Прирост населения увеличивается с каждым днем. Проблема утилизации пищевых отходов является одной из самых актуальных во всем мире, и в частности в Красноярском крае, поскольку их накопилось огромное количество, которое рано или поздно может привести к глобальной техногенной катастрофе. В связи с этим на кафедре почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ создали технологию переработки пищевых отходов методом вермикюльтуры в экологически безопасное удобрение – биогумус. Однако апробация данного удобрения еще не проводилась.

Цель исследования: изучить действие биогумуса и азофоски на показатели плодородия агросерой почвы и урожайность кукурузы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:** 1) изучить

влияние разных доз биогумуса, азофоски и смесей на их основе на показатели потенциального и эффективного плодородия агросерой почвы; 2) оценить действие удобрений: биогумуса и азофоски, а также их смесей на урожайность кукурузы; 3) оценить энергетическую эффективность применения биогумуса и азофоски.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись агросерая почва, биогумус, полученный методом переработки пищевых отходов калифорнийским червем *Eiseniafetida*, азофоска, кукуруза сорта Сибирячка. Для приготовления биогумуса использовали кухонные отходы местного растительного происхождения: картофельные, луковые, свекольные очистки (г. Красноярск), – а также зарубежного происхождения – банановую кожуру (Эквадор). Субстрат для переработки в биоудобрение – биогумус производили по следующей схеме: пищевые отходы : почва = 65 : 35 %. Влажность перерабатываемого субстрата червем поддерживали на уровне 70–80 %.

Апробацию нового вида биоудобрения – биогумуса и азофоски проводили на агросерой почве на стационаре Красноярского ГАУ в вегетационно-полевом опыте в сосудах без дна (диаметр сосуда 50 см) по следующей схеме: 1) контроль (без удобрений); 2) биогумус 3 т/га; 3) биогумус 6 т/га; 4) биогумус 1,5 т/га + азофоска в комплексе, эквивалентном 1,5 т/га биогумуса; 5) биогумус 3 т/га + азофоска эквивалентна 3 т/га биогумуса; 6) азофоска в количестве, эквивалентном 3 т/га биогумуса; 7) азофоска в количестве, эквивалентном 6 т/га биогумуса.

Удобрения вносили перед посевом кукурузы. Опыт провели в 4-кратной повторности. Размещение вариантов опыта последовательное. Тестовой культурой служила кукуруза сорта Сибирячка. До посева и после уборки урожая кукурузы отбирали почвенные образцы, в которых определяли $pH_{КС}$ – потенциметрически, органическое вещество – по методу Тюрина, содержание аммонийного азота – с реактивом Несслера [1], подвижного фосфора – по методу Кирсанова [1], нитратного азота – дисульфидом методом в модификации С.Л. Иодко и И.Н. Шаркова [2], обменный калий и валовые формы азота, фосфора и калия определяли в лаборатории НИИЦ Красноярского ГАУ, используя БИК-анализатор.

Полученные результаты исследований обработали статистически методами дисперсионного, корреляционно-регрессионного анализов с использованием программных пакетов «Excel».

Результаты исследования и их обсуждение. Агросерая почва, используемая в опыте, характеризовалась тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, невысоким содержа-

нием обменных катионов [3], а также низким содержанием гумуса, очень низким содержанием нитратного и легкогидролизуемого азота, низким содержанием подвижного фосфора и обменного калия (табл. 1), что свидетельствует о ее низком потенциальном и эффективном плодородии.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика агросерой почвы

Показатель	Слой почвы 0–20 см	Метод определения показателей
Гумус, %	2,04	По Тюрину
pH _{KCl}	5,1	Потенциметрически
K ₂ O, мг/100 г	8,3	По Кирсанову
P ₂ O ₅ , мг/100 г	7,3	
N-NO ₃ , мг/кг	3,2	Дисульфофеноловый
N _{лг} , мг/кг	13	По Корнфилду

Для повышения плодородия необходимо вносить удобрения. Внесение удобрений в агросерую почву привело к достоверному повышению содержания гумуса в удобренных вариантах, исключение составил только вариант № 6, где содержание показателя осталось на уровне контроля (табл. 2). Реакция среды агросерой почвы со слабокислой, выявленной на контроле, изменяется на близкую к нейтральной под действием внесенного в разных дозах биогумуса. Почва всех вариантов опыта насыщена основаниями и не нуждается в известковании. Полученные результаты свидетельствуют, что применение 6 т/га биогумуса (вариант № 3) и 3 т/га биогумуса + азофоска в количестве, эквивалентном 3 т/га биогумуса (вариант № 5), способствовало достоверному повышению в 1,2–1,4 раза содержания валового азота в почве. Достоверное повышение содержания валового фосфора в почве произошло в варианте № 5. Отметим, что содержание валового калия в агросерой почве достоверно не изменилось под действием внесенных удобрений. Видим, что вносимые в агросерую почву удобрения способствуют улучшению агрохимических свойств, характеризующих потенциальное плодородие почвы, таких как: содержание гумуса (варианты

№ 2, 3, 4, 5, 7), валовые азота (варианты № 3, 5) и фосфора (вариант № 5).

В результате проведенных исследований установили низкое содержание нитратного азота, что характерно для серых лесных почв и согласуется с данными О.А. Сорокиной [4].

Результаты исследований свидетельствовали, что в варианте 5 (биогумус 3 т/га + азофоска в количестве, эквивалентном 3 т/га биогумуса) количество нитратного азота снизилось в динамике до очень низкого уровня (табл. 3).

Это обусловлено выносом азота, сформировавшимся высоким урожаем кукурузы в этом варианте. При этом коэффициенты вариации по вариантам опыта изменялись от 7 до 35 %, которые согласно грациям [5] оцениваются как низкие и средние значения показателя, что объясняется динамичностью этого показателя. Содержание аммонийной формы азота в почве контрольного варианта очень высокое.

Как известно [6], аммонийная форма лучше усваивается растениями при нейтральной реакции среды, а нитратная – при кислой или слабокислой. В удобренных биогумусом и биогумусом на фоне азофоски вариантах опыта отмечается тенденция повышения этого показателя.

Таблица 2

Влияние биогумуса и азофоски на показатели потенциального плодородия агросерой почвы

Вариант опыта	Гумус, %	рН _{KCl}	Валовые, %			S	Hr	V, %
			N	P	K	мг, экв/100 г		
1. Контроль (без удобрений)	3,05±0,28	5,13±0,14	0,19±0,01	0,20±0,01	0,89±0,10	29,63±0,88	5,40±0,67	85
2. Биогумус 3 т/га	3,37±0,10	5,80±0,32	0,21±0,01	0,19±0,01	0,68±0,19	31,68±1,90	6,55±1,44	83
3. Биогумус 6 т/га	3,42±0,10	5,71±0,17	0,23±0,01	0,20±0,01	1,00±0,01	29,34±0,87	5,20±0,14	85
4. Биогумус 1,5 т/га + азофоска в кол-ве, эквивалентном 1,5 т/га биогумуса	3,34±0,11	5,24±0,12	0,20±0,01	0,20±0,01	1,00±0,01	30,91±1,72	6,48±0,78	83
5. Биогумус 3 т/га + азофоска в кол-ве, эквивалентном 3 т/га биогумуса	3,93±0,25	5,54±0,11	0,27±0,03	0,33±0,14	0,78±0,22	29,07±0,88	5,45±0,26	83
6. Азофоска в кол-ве, эквивалентном 3 т/га биогумуса	3,14±0,05	5,38±0,04	0,18±0,01	0,25±0,01	0,77±0,13	25,93±0,78	5,68±0,23	82
7. Азофоска в кол-ве, эквивалентном 6 т/га биогумуса	3,35±0,23	5,37±0,12	0,18±0,01	0,22±0,01	0,61±0,13	27,28±1,06	6,83±0,50	80
НСР ₀₅	0,27	0,25	0,03	0,08	0,20	1,82	1,05	—

Таблица 3

Влияние биогумуса и азофоски на показатели эффективного плодородия агросерой почвы, мг/100 г

Вариант опыта	N-NO ₃		N-NH ₄		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	X±Sx	V, %	X±Sx	V, %	X±Sx	V, %	X±Sx	V, %
1. Контроль (без удобрений)	6,5±2,7	17	23,9±1,1	9	9,3±0,4	10	10,6±0,4	8
2. Биогумус 3 т/га	7,5±4,3	32	24,3±0,9	8	10,4±0,7	11	10,3±0,2	4
3. Биогумус 6 т/га	4,5±1,6	7	24,6±1,1	8	10,2±0,3	11	10,3±0,2	5
4. Биогумус 1,5 т/га + азофоска в кол-ве, экв. 1,5 т/га биогумуса	4,5±1,6	7	24,7±1,1	9	11,3±0,4	35	10,5±0,1	9
5. Биогумус 3 т/га + азофоска в кол-ве, экв. 3 т/га биогумуса	2,5±1,4	35	25,3±0,9	8	10,7±0,9	11	10,5±0,2	5
6. Азофоска в кол-ве, экв. 3 т/га биогумуса	8,3±4,2	34	22,1±0,8	8	10,7±0,1	10	10,1±0,3	6
7. Азофоска в кол-ве, экв. 6 т/га биогумуса	7,5±4,3	10	23,7±0,7	6	9,8±0,3	10	10,1±0,2	4
НСР ₀₅	1,4	–	5,3	–	2,3	–	1,6	–

Агросерая почва характеризуется очень низким содержанием подвижного фосфора. В вариантах, удобренных биогумусом в разных дозах, отмечается тенденция повышения содержания этого показателя. Агросерая почва и удобренные варианты опыта статистически не отличались между собой и имели среднее содержание калия.

Важнейшая задача земледелия – обеспечение стабильного роста урожаев при высоком качестве продукции на основе расширенного воспроизводства эффективного и потенциального плодородия почв. Результаты проведенных исследований свидетельствовали о минимальной урожайности кукурузы на контроле, которая составляла 169 ц/га и в 4-м варианте (биогумус 1,5 т/га + азофоска в количестве, эквивалентном 1,5 т/га биогумуса), что указывает на минимальное количество элементов минерального питания в агросерой почве, недоста-

точного для формирования более высокой фитомассы кукурузы (табл. 4). Применение 3 и 6 т/га биогумуса или азофоски, внесенной в почву в количествах, эквивалентных биогумусу, привело к увеличению зеленой массы кукурузы до 182–186 ц/га, что составило 8–11 % к контролю.

Максимальная урожайность кукурузы сформировалась на 5-м варианте (3 т/га биогумуса + азофоска в количестве, эквивалентном 3 т/га биогумуса) и была достоверно выше контроля в 1,2 раза. По-видимому, в этом варианте создались оптимальные условия для произрастания кукурузы. Прибавка в этом варианте возросла до 24 % к контролю.

Оценивая энергетическую эффективность применяемых удобрений при выращивании кукурузы, следует отметить, что в целом они эффективны, но отмечаются значительные различия в энергоотдаче от биогумуса и азофоски (табл. 5).

Влияние биогумуса и азофоски на урожайность кукурузы

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га
1. Контроль (без удобрений)	169	–
2. Биогумус, 3 т/га	182	13
3. Биогумус, 6 т/га	183	14
4. Биогумус 1,5 т/га + азофоска в кол-ве, экв. 1,5 т/га биогумуса	163	–
5. Биогумус 3 т/га + азофоска в кол-ве, экв. 3 т/га биогумуса	209	40
6. Азофоска в кол-ве, экв. 3 т/га биогумуса	181	12
7. Азофоска в кол-ве, экв. 6 т/га биогумуса	186	17
НСР ₀₅	4	–

Таблица 5

Энергетическая эффективность применения биогумуса и азофоски

Вариант опыта	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к контролю, кг/га	Содержание энергии в прибавке урожая, МДж	Затраты энергии на применение удобрений, МДж	Энергетическая эффективность, ед.
Биогумус 3 т/га	13	1300	5330	1260	4,23
Биогумус 6 т/га	14	1400	5740	2520	2,28
Биогумус 3 т/га + азофоска в кол-ве, экв. 3 т/га биогумуса	40	4000	16400	1866	8,78
Азофоска в кол-ве, экв. 3 т/га биогумуса	12	1200	4920	2472	1,99
Азофоска в кол-ве, экв. 6 т/га биогумуса	17	1700	6970	4944	1,41

Наименьшей энергетической эффективностью (от 1,41 до 1,99 ед.) отличается азофоска, внесенная в агросерую почву в разных дозах, что связано с более высокими энергозатратами на ее производство по сравнению с биогумусом. Энергетическая эффективность биогумуса выше, чем азофоски и изменялась от 2,28 до 8,78 ед. в зависимости от варианта опыта, что свидетельствует о предпочтительном применении этих удобрений в технологии выращивания кукурузы.

Выводы

1. Показана возможность переработки пищевых отходов методом вермикюльтуры в эффек-

тивное экологически безопасно удобрение – биогумус.

2. Все вносимые удобрения в агросерую почву способствуют достоверному повышению содержания гумуса к контролю. Исключение составил вариант с азофоской, вносимой в дозе эквивалентной 3 т/га биогумуса, где содержание его было на уровне контроля. Внесение в почву 3 и 6 т/га биогумуса способствовало изменению реакции почвенной среды от слабокислой на контроле до близкой к нейтральной.

3. Применение 3 т/га биогумуса в почву на фоне азофоски, вносимой в количестве, эквивалентном биогумусу, способствовало статистически значимому повышению валовых форм азота, фосфора и формированию максимальной

урожайности кукурузы, прибавка которой составила 24 % к контролю.

4. Энергетическая эффективность биогумуса выше, чем азофоски, и изменялась от 2,28 до 8,78 ед. в зависимости от варианта опыта, что свидетельствует о предпочтительном применении этих удобрений в технологии выращивания кукурузы.

Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 478 с.
2. Иодко С.Л., Шарков И.Н. Новая модификация дисульфифенолового метода определения нитратов в почве // *Агрохимия*. – 1994. – № 4. – С. 95–97.
3. Чупрова В.В., Жукова И.В., Ульянова О.А. Агроэкологическая оценка коробиогумуса // *Вестн. КрасГАУ*. – 2014. – № 11. – С. 94–100.
4. Сорокина О.А. Агрогенная трансформация серых лесных почв. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. – 176 с.
5. Савич В.И. Варьирование свойств почв во времени и пространстве // *Докл. ТСХА*. – 1971. – Вып. 162. – С. 111–115.

6. Минеев В.Г. Агрохимия: учебник. – 3-е изд. – М., 2006. – 720 с.

Literatura

1. Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv*. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 478 s.
2. Iodko S.L., SHarkov I.N. *Novaya modifikaciya disulfifofenolovogo metoda opredeleniya nitratov v pochve* // *Agrohimiya*. – 1994. – № 4. – S. 95–97.
3. Chuprova V.V., Zhukova I.V., Ul'yanova O.A. *Agroekologicheskaya ocenka korobiogumusa* // *Vestn. KrasGAU*. – 2014. – № 11. – S. 94–100.
4. Sorokina O.A. *Agrogennaya transformaciya seryh lesnyh pochv*. – Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGAU, 2008. – 176 s.
5. Savich V.I. *Var'irovanie svojstv pochv vo vremeni i prostranstve* // *Dokl. TSKHA*. – 1971. – Vyp. 162. – S. 111–115.
6. Mineev V.G. *Agrohimiya: uchebnik*. – 3-e izd. – M., 2006. – 720 s.

УДК 599.742.41

В.А. Курбижеков, Г.В. Девяткин

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ В ВЫЯВЛЕНИИ АДАПТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ *MARTES ZIBELLINA* L. (НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ТЕРРИТОРИЙ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ, ЗАПАДНОГО И ВОСТОЧНОГО САЯНА)

V.A. Kirbizhekov, G.V. Devyatkin

APPLICATION OF THE MORPHOPHYSIOLOGICAL METHOD OF INDICATORS IN IDENTIFICATION OF ADAPTATION CHANGES OF *MARTES ZIBELLINA* L. (ON THE EXAMPLE OF SOME TERRITORIES OF KUZNETSK ALATAU, THE WESTERN SAYAN AND EAST MOUNTAINS)

В настоящей статье приводятся результаты исследований, характеризующих территориальную относительную разность воздействия факторов среды обитания на соболя. Обнаружены различия в кардиосоматическом, гепатосоматическом индексах, а также в индексах почек и селезенки. Цель исследования заключалась в выявлении адапционных

изменений соболя при воздействии факторов окружающей среды. В основу работы положены результаты исследований, проведенных в период с 2012 по 2013 г. В исследованиях использовались тушки соболя с некоторых территорий трех районов добычи: Западного Саяна, нагорья Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна. Выявлены адапционные изменения