

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СВОЙСТВ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ПРИ БЕССМЕННОМ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ И КУЛЬТУР КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА

А.Ф. Черныш, А.М. Устинова, Н.А. Михайловская, А.Э. Радюк, А.А. Клус  
*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

### ВВЕДЕНИЕ

Для оптимального построения севооборотов на эрозионноопасных почвах наряду с планируемой продуктивностью необходимо принимать во внимание почвозащитную роль сельскохозяйственных культур, а также хозяйственную целесообразность их возделывания. Растительность всех видов является мощным противоэрозионным фактором, который в наибольшей степени может регулироваться воздействием человека. Основным почвозащитным эффектом оказывают наземные части растений.

По почвозащитной эффективности (способности) культуры разделены нами на три группы:

1. Высокой – многолетние травы, озимые зерновые, озимый рапс;
2. Средней – яровые зерновые, зернобобовые, однолетние травы, лен;
3. Низкой – пропашные культуры (картофель, сахарная и кормовая свекла, кукуруза) [1, 2].

Коэффициенты почвозащитной способности сельскохозяйственных культур изменяются от 0,15 для пропашных (картофель, сахарная свекла, корнеплоды) до 0,98 для многолетних трав второго, третьего года пользования [2].

Увеличение времени проективного покрытия почвы растениями увеличивает ее противоэрозионную устойчивость [3].

Цель исследований заключалась в оценке влияния бессменного возделывания галеги восточной (19 лет) и культур кормового севооборота на показатели противоэрозионной устойчивости эродированных дерново-подзолистых почв, сформированных на мощных лессовидных суглинках, их агрофизические и агрохимические свойства, а также биологическую активность и производительную способность.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования проводились в условиях центральной почвенно-экологической провинции Беларуси на стационаре «Стоковые площадки» (СПК «Щемыслица» Минского района). Полевой опыт заложен по геоморфологическому профилю (катене) от водораздельной равнины до подножья склона северной экспозиции крутизной 5-6°. Объектом исследований являлись в разной степени эродированные дерново-подзолистые почвы, сформированные на мощных лессовидных суглинках. На водораздельной равнине расположена неэродированная почва, в верхней части склона – слабоэродированная, в средней – среднеэродированная, в нижней – глееватая намытая почва.

В процессе исследований определялись: плотность почвы – методом «режущих колец»; пористость и пористость аэрации – расчетным методом; структурно-агрегатный состав – по методу Савинова; содержание подвижного фосфора и калия – по Кирсанову; рН в KCl – потенциометрическим методом; содержание гумуса – по Тюрину.

По данным структурно-агрегатного состава рассчитаны коэффициенты, характеризующие противоэрозионную устойчивость почв: коэффициент структурности (Кстр.), содержание водопрочных агрегатов >0,5 мм, средневзвешенный диаметр (dw), коэффициент нестабильности (Кнест.).

Урожайность сельскохозяйственных культур учитывали путем отбора пробного снопа в десятикратной повторности с последующим пересчетом на стандартную влажность.

В качестве интегрального микробиологического показателя для характеристики состояния микробных сообществ использована дегидрогеназная активность почвы, определение которой позволяет объективно оценивать уровень биогенности почвы (заселенности почвы микроорганизмами).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Почвозащитная роль растений сводится к непосредственному прекращению или замедлению действия разрушающей силы водного потока. Этот эффект может быть достигнут благодаря улучшению агрофизического состояния почв, определяющих их впитывающую способность. Изучение физических свойств почв под культурами кормового севооборота и при бессменном возделывании галеги восточной (19 лет) показали преимущества последнего в восстановлении плодородия почв и защиты их от эрозии.

Перед началом эксперимента (2006 г.) плотность пахотного слоя под культурами кормового севооборота составляла 1,30-1,44 кг·м<sup>-3</sup> (табл. 1). За четыре года она достоверно снизилась до 1,23-1,37 кг·м<sup>-3</sup>. В то же время во все годы исследований плотность пахотного слоя под галегой восточной была на 11-26% ниже, чем под культурами кормового севооборота. При возделывании галеги значения плотности пахотного слоя приблизились к оптимальным, что объясняется, в первую очередь, хорошо развитой корневой системой культуры и снижением уплотняющего действия от проходов сельскохозяйственной техники. Достоверного снижения плотности за годы исследований не отмечено.

Таблица 1

**Агрофизические свойства пахотного слоя дерново-подзолистых легкосуглинистых почв на лессовидных суглинках в зависимости от типа севооборота**

Культура	Степень эродированности	Плотность, кг·м <sup>-3</sup>			Пористость, %		
		2006 г.	2009 г.	2006 г. + 2009 г.	2006 г.	2009 г.	2006 г. + 2009 г.
Галега восточная	неэродированная	1,09	1,03	-0,06	59	61	+2
	слабоэродированная	1,14	1,11	-0,03	57	58	+1
	среднеэродированная	1,18	1,19	+0,01	55	55	0
Кормовой севооборот*	неэродированная	1,30	1,23	-0,07	50	53	+3
	слабоэродированная	1,40	1,32	-0,08	47	50	+3
	среднеэродированная	1,44	1,37	-0,07	47	48	+1
НСР <sub>0,05</sub> Фактор А (почва)				0,08			1
Фактор В (культура)				0,11			2

\* – Кормовой севооборот: горохо-овсяная смесь на з/м; ячмень + травы; бобовые травы 1 г.п.; бобовые травы 2 г.п.

Эродированные разновидности имели более высокую плотность, чем неэродированные. При возделывании галеги увеличение плотности в 2006 г. составило 0,05-0,09 кг·м<sup>-3</sup>, в 2009 г. – 0,08-0,16 кг·м<sup>-3</sup>, в кормовом севообороте – 0,10-0,14 и 0,09-0,14 кг·м<sup>-3</sup> соответственно.

Величина общей пористости связана с плотностью, ее снижение свидетельствует об ухудшении агрофизического состояния почв, что впоследствии сказывается на снижении продуктивности сельскохозяйственных культур. Под галегой восточной пористость пахотного слоя даже на эродированных разновидностях характеризовалась, как отличная. За годы эксперимента достоверного изменения данного показателя не наблюдалось.

В 2006 г. под культурами кормового севооборота пористость почвы составила 47-50% и характеризовалась как неудовлетворительная. За четыре года она увеличилась на 1-3%. Отметим, что только пористость среднеэродированной почвы осталась неудовлетворительной.

Независимо от возделываемых культур наблюдалось снижение общей пористости эродированных почв по сравнению с неэродированными – под галегой оно составило 2-6%, под культурами кормового севооборота – 3-5%.

За время проведения эксперимента при возделывании галеги восточной наблюдалось улучшение структурно-агрегатного состава и показателей, характеризующих противозерозионную устойчивость (рис. 1).

В кормовом севообороте коэффициент водоустойчивости в 1,2-1,9 раз ниже, чем под галегой, что указывает на преимущества бессеменного возделывания галеги. При обоих типах использования почв наблюдалось снижение данного показателя с увеличением степени эродированности.

Под галегой восточной значение коэффициента нестабильности составил 3,06-4,10, что в 1,4-1,9 раз ниже, чем в кормовом севообороте. Увеличение коэффициента нестабильности от неэродированной к среднеэродированной почве при возделывании галеги составило 1,04, под культурами кормового севооборота – 0,76.

Анализ содержания водопрочных агрегатов более 0,5 мм показал, что возделывание галеги восточной способствует повышению эрозионной устойчивости почв и уменьшению различий между неэродированными и эродированными разновидностями. На неэродированной почве содержалось 42,1% водопрочных агрегатов, на среднеэродированной – 39,4%, т.е. приближалось к показателям неэродированной. Под культурами кормового севооборота содержание водопрочных агрегатов в 1,4-1,9 раз меньше, чем под галегой, и уменьшалось от 26,1% на неэродированной до 20,3% на среднеэродированной почве.

Галега восточная способствовала также улучшению фильтрационной способности дерново-подзолистых почв, сформированных на лессовидных суглинках. Это во многом обусловлено более благоприятным состоянием агрофизических свойств и наличием мощной корневой системы.

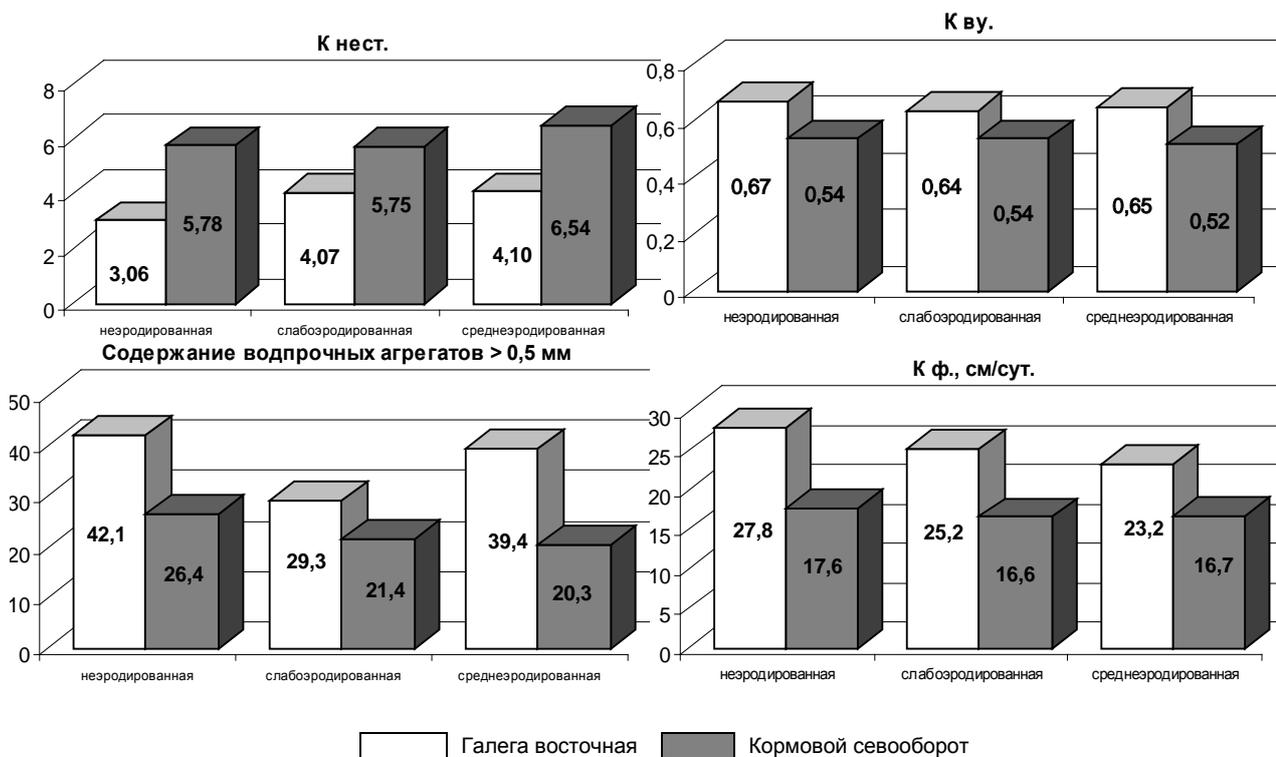


Рис. 1. Влияние возделываемых культур на показатели противоэрозионной устойчивости почв

Рассчитанный коэффициент фильтрации под галегой на 6,5-10,2 см/сут. выше, чем под культурами кормового севооборота. Он изменялся от 23,2 см/сут. на среднеэродированной почве до 27,8 см/сут. на незеродированной почве. Под культурами комого севооборота менее выражено влияние эрозии на фильтрационную способность почв. С увеличением степени эродированности она снизилась лишь на 0,9-1,0 см/сут.

Основными источниками гумусовых веществ в почве являются органические остатки растений, в основном корневые, так как наземная часть травянистой, особенно культурной, растительности отчуждается и поэтому в процессах гумусообразования играет незначительную роль.

Также важен вид возделываемых сельскохозяйственных культур. Наиболее значительная масса корневых остатков поступает в почву при возделывании многолетних сеяных трав. В зависимости от урожайности и вида трав количество корневых остатков колеблется от 6-8 до 12-15 т/га [4].

Многолетние бобовые травы по сравнению с другими культурами в значительно большей степени обогащают почву органическим веществом, способствуют накоплению азота в почве и улучшают ее физические свойства. Галега восточная рассматривается как эффективный накопитель органического вещества и азота в почве. В исследованиях Пикуна П.Т. установлено, что за шестилетний период монокультуры галеги восточной в почве накапливается около 136 ц/га сухого вещества корневых остатков [4]. Согласно расчетам, содержание органического вещества в почве после шестилетнего возделывания культуры было эквивалентно 66 т/га навоза [5].

Показатели дегидрогеназной активности количественно характеризуют численность и активность микробных сообществ почвы. Установлено, что длительное возделывание галеги восточной способствовало повышению уровня биогенности по всей почвенно-эрозионной катене. Наиболее значимый эффект отмечен на слабо- и среднеэродированной почвах – уровень биогенности, по сравнению с кормовым севооборотом, повысился примерно в 2 раза (табл. 2).

По активности инвертазы можно судить об углеводном режиме почвы. В связи со значимой ролью микробных оксидаз в процессах гумификации и в цикле углерода в почве их активность является информативным показателем биологического состояния почвы. Высокая активность инвертазы способствует развитию микробной биомассы и поддерживает определенный уровень биогенности почвы. Длительное возделывание галеги восточной привело к значительному повышению инвертазной активности по катене: на незеродированной почве – в 1,6 раза; на эродированных разновидностях – в 1,5-1,8 раза.

**Биологическое состояние дерново-подзолистых легкосуглинистых почв на лессовидных суглинках в зависимости от типа севооборота**

Культура	Степень эродированности	Дегидрогеназа, мг ТФФ/ кг почвы	Полифенолоксидаза, мг хинона/ кг почвы	Пероксидаза, мг хинона/ кг почвы	Инвертаза, мг глюкозы/ кг почвы
Галега восточная	неэродированная	857	46,8	42,5	3358
	слабоэродированная	797	44,9	40,4	2895
	среднеэродированная	505	43,5	36,7	2557
Кормовой севооборот*	неэродированная	642	30,3	31,2	2099
	слабоэродированная	392	28,2	27,4	1948
	среднеэродированная	255	25,0	21,6	1420
НСР <sub>0,05</sub> Фактор А (почва)		138	1,32	2,16	318
Фактор В (культура)		113	1,08	1,76	260

\* – Кормовой севооборот: горохо-овсяная смесь на з/м; ячмень + травы; бобовые травы 1 г.п.; бобовые травы 2 г.п.

Полифенолоксидазы (ПФО) и пероксидазы катализируют окисление ароматических соединений, в том числе лигнинов, до хинонов, которые в соответствующих условиях конденсируются с аминокислотами и пептидами с образованием первичных молекул гуминовых кислот [6, 7]. Полифенолоксидазы осуществляют процессы окисления с помощью кислорода воздуха, пероксидазы – за счет O<sub>2</sub> перекиси водорода, образующейся в почве в процессе жизнедеятельности микроорганизмов и действия оксидаз. В проведенных исследованиях установлено статистически достоверное влияние монокультуры галеги восточной на полифенолоксидазную активность почвы. Активность ПФО при бессменном возделывании галеги восточной составила 43,5-46,8 мг хинона/ кг почвы, что в 1,5-1,7 раза выше, чем в кормовом севообороте. Влияние эрозии на данный показатель при бессменном возделывании галеги менее заметно. Снижение активности составило 4-7%, в то время как под культурами кормового севооборота – 7-21%. Пероксидазная активность при возделывании галеги в 1,4-1,7 раза выше, чем в кормовом севообороте и составила 36,7-42,5 мг хинона/ кг почвы. С увеличением степени эродированности она уменьшилась на 5-16%. В кормовом севообороте снижение активности эродированных почв было на уровне 14-44%.

Бессменное возделывание галеги восточной (19 лет) благоприятно сказывалось и на плодородии разной степени эродированных дерново-подзолистых легкосуглинистых почв на лессовидных суглинках (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние возделываемых культур на агрохимические показатели дерново-подзолистых легкосуглинистых почв на лессовидных суглинках, 2009 г.**

Культура	Степень эродированности	Гумус, %	pH <sub>KCl</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг
Галега восточная	неэродированная	3,20	4,29	425	308
	слабоэродированная	2,68	4,32	405	256
	среднеэродированная	2,51	4,43	396	242
Кормовой севооборот*	неэродированная	2,05	4,93	371	264
	слабоэродированная	1,81	4,90	356	252
	среднеэродированная	1,60	4,90	290	242
НСР <sub>0,05</sub> Фактор А (почва)					
Фактор В (культура)					

\* – Кормовой севооборот: горохо-овсяная смесь на з/м; ячмень + травы; бобовые травы 1 г.п.; бобовые травы 2 г.п.

Так, содержание гумуса при возделывании галеги в соответствии с принятой в агрохимической службе градации высокое и очень высокое и составляет 2,51-3,20%. На эродированных разновидностях оно снизилось на 0,52-0,69%. Под культурами кормового севооборота в почве содержалось в 1,5 раза меньше гумуса – 1,60-2,05, т.е. содержание среднее и повышенное.

При изучаемых типах использования эродированных почв они относятся к одной группе по степени кислотности – среднекислые. Кислотность практически не изменяется по почвенно-эрозионной катене. Отметим, что под культурами кормового севооборота рН несколько выше, т.к. за 19 лет пользования галеги известкование почв не проводилось.

При возделывании галеги восточной содержание фосфора очень высокое (405-425 мг/кг почвы), а на среднеэродированной почве – высокое (396 мг/кг почвы). В кормовом севообороте оно снизилось по сравнению с галегой на 49-106 мг/кг почвы, или 12-27%. При том и другом типе использования наблюдается снижение содержания  $P_2O_5$  на эродированных разновидностях по сравнению с неэродированными, но при бесменном возделывании галеги оно менее выражено – лишь 5-7%.

Исследуемые эродированные почвы имеют повышенное содержание подвижного калия. Только в неэродированной почве под галегой содержание  $K_2O$  высокое – 308 мг/кг почвы. Небольшая разница между культурами (4-44 мг/кг почв, или 2-14%) объясняется высоким выносом калия зеленой массой галеги восточной. По этой же причине и снижение содержания  $K_2O$  на эродированных почвах при возделывании галеги значительно выше – 17-21% против 5-8% под культурами кормового севооборота.

Данные, приведенные на рис. 2, свидетельствуют о том, что галега восточная не только повышает устойчивость почв к эрозии, но и является ценной и перспективной кормовой культурой при возделывании на эрозионноопасных землях. В среднем за четыре года ее продуктивность составила 81,3-107,1 ц/га к.ед., что на 14,7-17,6 ц/га к. ед. выше, чем в среднем в звене кормового севооборота.

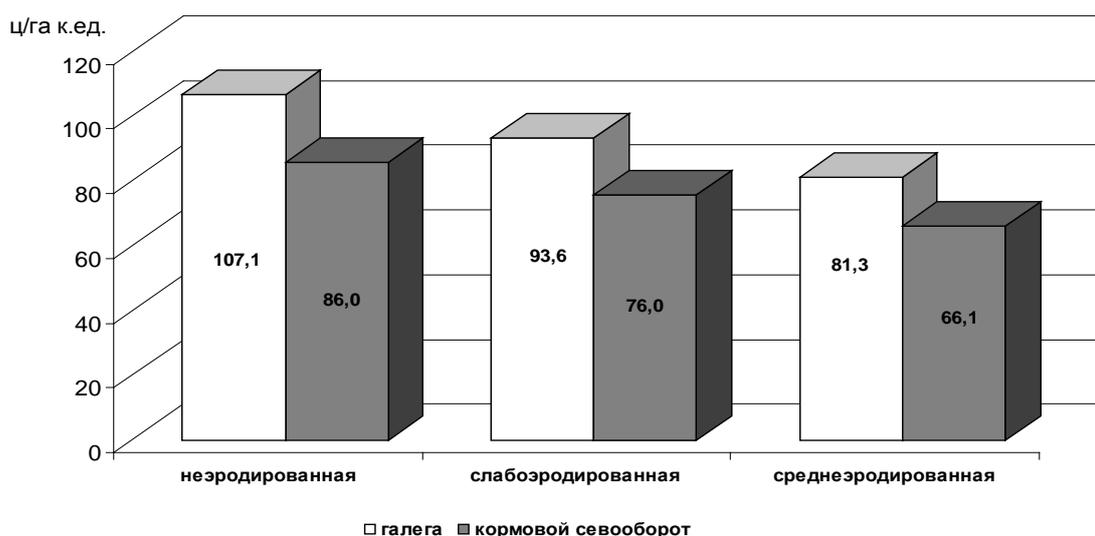


Рис. 2. Производительная способность почв при возделывании галеги восточной и культур кормового севооборота (в среднем за последние 4 года), ц/га к.ед.

Водно-эрозионные процессы оказали негативное влияние на производительную способность почв как при возделывании галеги восточной, так и культур кормового севооборота. Недобор на слабоэродированной почве составил соответственно 8 и 13%, на среднеэродированной – 24 и 30%.

## ВЫВОДЫ

1. Бесменное возделывание галеги восточной (19 лет) обеспечило повышение противозэрозионной устойчивости почв, которое выражается в снижении плотности до оптимальных пределов ( $1,03-1,09 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$  – на неэродированной и  $1,18-1,19 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$  – на среднеэродированной), увеличении водопроницаемости (на 6,5-10,2 см/сут.), улучшении структурно-агрегатного состава.

2. Длительное возделывание галеги восточной способствовало также значительному повышению уровня биогенности, интенсивности процессов гумификации растительных остатков и улучшению углеводного режима разной степени эродированных дерново-подзолистых легкосуглинистых почв на лессовидных суглинках. Наиболее значимый эффект отмечен на среднеэродированной почве.

3. Бесменное возделывание галеги восточной благоприятно сказалось и на агрохимическом состоянии эродированных почв. По сравнению с культурами кормового севооборота, содержание гумуса и основных элементов питания растений более высокое.

4. Галега восточная обеспечила высокую производительную способность почв (81,3-107,1 ц/га к.ед. в среднем за четыре года), при этом потери от эрозии значительно ниже, чем в звене кормового севооборота.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Першукевич, П.М Эффективность защиты почв от деградации и восстановление утраченного плодородия / П.М. Першукевич, А.В. Кряхтунов, А.К. Михальченко. – Новосибирск, 2000. – 145 с.
2. Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси: рекомендации; под общ. ред. А.Ф. Черныша / Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2005. – 45 с.
3. Руководство по экологически безопасному использованию земель на водосборах озер Национального парка «Браславские озера» и сопредельных территориях Белорусского Поозерья. – Минск, 2003. – 52 с.
4. Кормопроизводство: нетрадиционные культуры, проблемы и пути их решения / П.Т. Пикун [и др.]. – Мозырь, 2005. – 111 с.
5. Щербакова, Т.А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества / Т.А. Щербаков. – Минск: Наука и техника, 1983. – 221 с.
6. Кононова, М.М. Органическое вещество почвы / М.М. Кононова. – М.: АН СССР, 1963. – 315 с.
7. Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980. – С. 122-133.

### **COMPARATIVE ESTIMATION OF ERODED SOIL PROPERTIES AT UNCHANGEABLE CULTIVATION OF EAST GALEGA AND CROPS OF FODDER CROP ROTATION**

**A.F. Chernysh, A.M. Ustinova, N.A. Mikhajlovskaya, A.Eh. Radyuk, A.A. Klus**

#### **Summary**

The results of the comparative agroecological estimation of unchangeable cultivation of east galega and crops of fodder crop rotation are shown at the article. Optimum influence of east galega on agrophysical, agrochemical and biological properties and researched soil productivity in compare with crops of fodder crop rotation was determined.

*Поступила 8 мая 2010 г.*