



УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕРНОВЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВ  
ПОЛЕССКОЙ НИЗМЕННОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ  
ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ КОЗЛЯТНИКА (*GALEGA  
ORIENTALIS*)

А.А. Басаргина, магистрант кафедры агрономии,  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет»,  
e-mail: anna.basargina.96@mail.ru



О.А. Анциферова, канд. сел.-хоз. наук,  
доц. кафедры агропочвоведения и агроэкологии,  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет»,  
e-mail: anciferova@inbox.ru

Десятилетнее выращивание козлятника восточного улучшает агрофизические свойства почв и способствует накоплению минерального азота в почвах. Чистые посевы козлятника лучше влияют на агрегатный состав почв по сравнению со смешанными. Но смешанные посевы более устойчивы при риске поверхностного переувлажнения.

*Козлятник восточный, дерновые оглеенные почвы, агрегатный состав, аммонийный и нитратный азот, чистые и смешанные посевы*

### ВВЕДЕНИЕ

По официальным данным дерновые оглеенные (глееватые и глеевые в сумме) почвы занимают 7,3 % сельскохозяйственных угодий Калининградской области [1]. Они сформировались на карбонатных породах [2]. Осушенные дерновые оглеенные почвы отличаются высокой продуктивностью по причине хорошей оструктуренности, богатства гумусом, питательными элементами. Однако из-за интенсивного сельскохозяйственного использования наблюдается тенденция к снижению плодородия. Наше исследование направлено на подбор эффективного растительного компонента для защиты этих почв от деградации и улучшения кормовой базы животноводства региона.

Цель работы – изучение степени воздействия чистых и смешанных посевов козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) на физические свойства и содержания различных форм азота в дерновых оглеенных почвах.

В задачи работы входило:

- 1) выявление последствий 10-летнего выращивания козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) на свойства почв в вариантах посева озимых зерновых;
- 2) установление преимущественного направления изменения свойств почв в пятилетних чистых и смешанных посевах козлятника.

### ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опытные поля располагались в пределах Полесской низменности на территории Калининградского НИИСХ – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (рис. 1). Образцы почв отбирались в пятикратной повторности. Анализ проводился по следующим методикам: гранулометрический состав по Н.А. Качинскому (ГОСТ 12536-79); агрегатный состав почв по методу Н.И. Саввинова (сухое и мокрое просеивание); плотность сложения методом режущих колец (ГОСТ 5180-84);  $pH_{КС}$  потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); общий азот по методу Й. Кьельдаля (ГОСТ 26107); обменный аммоний в модификации

ЦИНАО фотометрическим методом (ГОСТ 26489); содержание нитратов ионометрическим методом (ГОСТ 26951); подвижный фосфор и калий по А.Т. Кирсанову (ГОСТ 26207-91); гумус по И.В. Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91); обменные ионы кальция и магния трилонометрическим методом в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26423-85). Оценка полученных величин проведена по рекомендованным шкалам с учетом природно-сельскохозяйственной зоны [3-4].

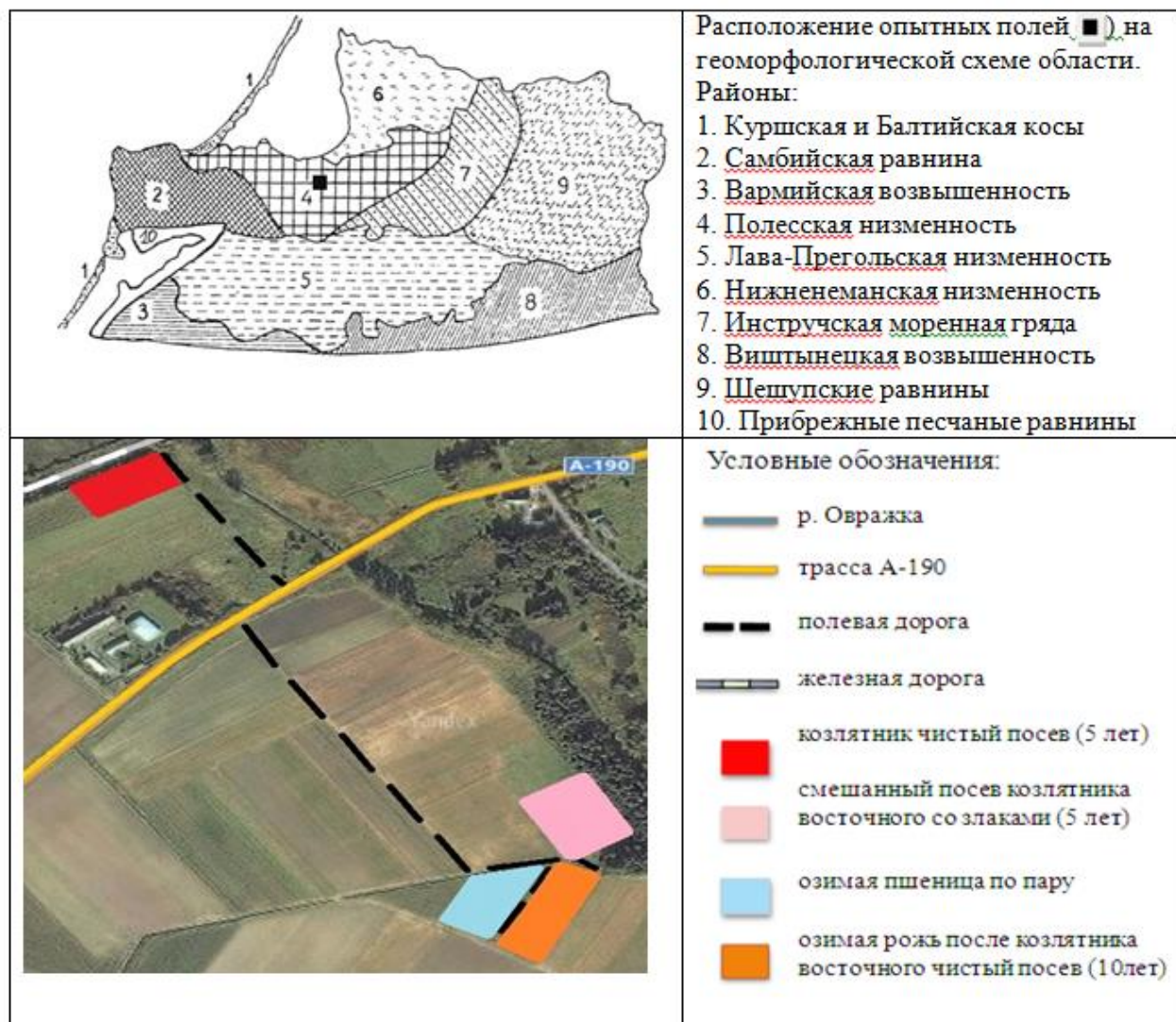


Рис. 1. Расположение опытных полей на карте Калининградской области и на космическом снимке

Образцы почв отбирались в пятикратной повторности. Каждый анализ выполнен в четырехкратной повторности. Результаты подвергались статистической обработке в программе Excel. В таблицах приведены средние значения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Последствие десятилетнего выращивания козлятника изучали на участках под озимыми зерновыми. Схема опыта включала два варианта: 1) озимая рожь по козлятнику; 2) озимая пшеница по пару. Система обработки почвы была одинаковой (вспашка на глубину 22 см и культивация).

Пробы почв отбирали в фазу выхода в трубку. Исследовали различия по агрофизическим показателям. В первую очередь сравнили плотность почв по слоям с шагом в 10 см. Установили, что последствие козлятника выражается в снижении плотности

пахотного горизонта (табл. 1) Это связано с накоплением органического вещества в почве. Также корневая система козлятника оказывает большее влияние на разуплотнение подпахотного слоя почвы.

Также мы изучили влияние козлятника на агрегатный состав почвы (табл. 2, 3). Под озимой пшеницей и рожью структурное состояние оценивается как «неудовлетворительное» по причине преобладания глыбистой фракции. Структура называется комковато-глыбистая. Но в варианте «рожь по козлятнику» в составе глыбистой фракции имеется большее количество мелких глыб и крупных комков. Также выражена тенденция увеличения суммы агрономически ценных агрегатов по сухому рассеву.

Таблица 1 – Плотность почвы в посевах зерновых по различным предшественникам, г/см<sup>3</sup>

Вариант	Слой почвы, см			
	0-10	10-20	20-30	30-40
Озимая пшеница по пару	1,23 ± 0,14	1,38 ± 0,11	1,42 ± 0,10	1,48 ± 0,12
Озимая рожь по козлятнику (10 лет)	1,16 ± 0,15	1,24 ± 0,12	1,29 ± 0,13	1,33 ± 0,10

Таблица 2 – Влияние козлятника на структурное состояние и водопрочность агрегатов дерновой оглеенной почвы в пахотном горизонте после 10 лет бессменного возделывания

Глубина, см	Размер фракций, мм, содержание, %				
	>10	10-1	1-0,25	<0,25	10-0,25
Озимая пшеница по пару					
0-20	60,4±1,2	$\frac{28,1 \pm 4,8}{10,4 \pm 3,5}$	$\frac{4,2 \pm 0,7}{28,7 \pm 2,2}$	$\frac{2,8 \pm 1,4}{59,5 \pm 0,8}$	$\frac{32,3 \pm 5,4}{38,6 \pm 4,1}$
Озимая рожь по козлятнику					
0-20	62,5±1,3	$\frac{32,3 \pm 5,5}{12,9 \pm 6,1}$	$\frac{3,7 \pm 0,9}{28,3 \pm 2,3}$	$\frac{1,6 \pm 0,5}{56,3 \pm 4,1}$	$\frac{36,0 \pm 6,4}{41,2 \pm 8,4}$
Примечание: в числителе данные сухого рассева, в знаменателе – мокрого.					

Таблица 3 – Влияние козлятника на структурное состояние и водопрочность агрегатов дерновой оглеенной почвы в подпахотном горизонте после 10 лет бессменного возделывания (данные по одной площадке)

Глубина, см	Размер фракций (мм) и содержание, %				
	>10	10-1	1-0,25	<0,25	10-0,25
Озимая пшеница по пару					
20-40	67,3	$\frac{5,0}{9,2}$	$\frac{1,5}{10,7}$	$\frac{1,2}{51,3}$	$\frac{27,8}{48,7}$
Озимая рожь по козлятнику					
20-40	79,3	$\frac{6,9}{10,4}$	$\frac{1,9}{9,5}$	$\frac{2,0}{62,3}$	$\frac{38,0}{50,1}$

Водопрочность структуры удовлетворительная в варианте «озимая пшеница по пару» и хорошая в варианте «озимая рожь по козлятнику». Это подтверждает положительное последствие козлятника.

В подпахотном горизонте влияние козлятника выражается в увеличении количества агрономически ценных агрегатов (0,25 - 10 мм). В результате в почве устанавливается более благоприятный водно-воздушный режим. Водопрочность структуры несколько повышается.

Агрохимические показатели почв по вариантам опыта были сходными по pH и обменным катионам. pH<sub>KCl</sub> пахотного и подпахотного горизонтов слабокислый (5,3 – 5,4), содержание суммы обменных оснований, также как и обменного кальция – повышенное, а магния – среднее в связи с карбонатностью почвообразующих пород и капиллярным насыщением в полугидроморфных условиях (УГВ около 2 м). Количество подвижного

фосфора высокое или очень высокое (по отдельным площадкам отбора образцов), а калия – высокое по причине хорошей окультуренности почв.

Содержание гумуса в пахотном горизонте почвы в варианте под озимой рожью по козлятнику оказалось достоверно выше, чем в варианте «пшеница по пару». Однако такие различия объясняются не только действием козлятника, но и естественным пространственным варьированием показателя.

Козлятник является бобовым растением, поэтому мы изучили его последствие на накопление различных форм азота в почве (табл. 4 и табл. 5). В опыте под озимые культуры не вносили азотных удобрений. Установлено, что содержание аммонийного и нитратного азота на участке с посевом озимой ржи после десяти лет бесменного возделывания козлятника достоверно превышает этот показатель по пару.

Таблица 4 – Содержание нитратного и аммонийного азота в пахотном и подпахотном слоях опытного участка, мг/кг

Глубина, см	Культура	Предшественник	$\frac{N - NO_3}{N - NH_4}$	Коэффициент вариации, %	НСР <sub>05</sub>
0-20	Озимая рожь	Козлятник	$\frac{7,50 \pm 0,97}{2,52 \pm 0,38}$	$\frac{12,87}{15,24}$	$\frac{4,68}{1,26}$
	Озимая пшеница	Пар чистый	$\frac{2,82 \pm 0,11}{1,26 \pm 0,05}$	$\frac{3,94}{3,62}$	
20-40	Озимая рожь	Козлятник	$\frac{8,26 \pm 1,41}{3,44 \pm 0,22}$	$\frac{17,10}{6,51}$	$\frac{4,74}{1,36}$
	Озимая пшеница	Пар чистый	$\frac{3,52 \pm 0,22}{2,08 \pm 0,10}$	$\frac{6,14}{4,98}$	

Мы рассчитали запасы минерального азота (суммарно нитратного и аммонийного) для пахотного и подпахотного слоев по формуле:

$$Z(N \text{ мин}) = \frac{N \cdot M_{\text{пах}}}{1000 \cdot 1000},$$

где  $N$  – содержание азота в мг/кг почвы (нитратный и аммонийный);

$M_{\text{пах}}$  – масса пахотного горизонта в кг/га (30 000 000 кг для тяжелых почв и 25 000 000 кг для легких почв);

1000 · 1000 – пересчет из мг в кг.

Оценку запасов проводили по рекомендованной шкале [5, с. 224 - 225].

Установлено, что в варианте «рожь по козлятнику» запасы минерального азота в слое 0 – 40 см в 2,4 раза выше по сравнению с вариантом «пшеница по пару» к фазе выхода в трубку. При этом запасы оцениваются как низкие по причине потребления азота при начальных фазах развития пшеницы и ржи. Из этого следует, что, несмотря на положительное влияние последствия козлятника, необходимо предусматривать внесение азотных минеральных удобрений для оптимального обеспечения питания зерновых культур.

Таблица 5 – Запасы минерального азота в дерновых оглеенных почвах после десятилетнего выращивания козлятника

Вариант опыта	Глубина, см	Запас минерального азота кг/га	Оценка запасов в слое 0 – 40 см
Рожь по козлятнику	0-20	30,06	Низкая
	20-40	34,10	
	0-40	65,16	
Пшеница по пару	0-20	12,24	Очень низкая
	20-40	16,08	
	0-40	27,04	

Таким образом, десятилетнее выращивание чистой культуры козлятника оказывает выраженный положительный эффект на агрофизические свойства и азотный режим почв.

Вторым направлением исследований явилась сравнительная характеристика чистых и смешанных посевов козлятника для выявления почвозащитных преимуществ. Изучены пятилетние посевы в двух вариантах: 1) чистый посев козлятника; 2) козлятник + злаки (ежа сборная и райграсс высокий) в соотношении 1:5. Почвенные условия на опытных полях были сходными: реакция среды пахотного горизонта близкая к нейтральной ( $pH_{KCl}$  5,6 – 5,8), содержание гумуса около 3,5 – 4,5 %, количество подвижного фосфора очень высокое, а калия – повышенное.

Анализ агрегатного состава показал, что лучшей оструктуренностью отличается почва в варианте с чистым посевом (табл. 6). Наиболее ярко выражены отличия по сухому рассеву. Так, если под смешанным посевом козлятника со злаками структура пахотного слоя неудовлетворительная из-за большого количества мелких глыб, то под чистым посевом она достоверно переходит в категорию удовлетворительной с увеличением количества комочков. Вероятно, это следствие влияния корневой системы козлятника. Исследования в этом направлении следует продолжать для выяснения конкретных особенностей.

Таблица 6 – Агрегатный анализ пахотного горизонта дерновых оглеенных осушенных почв (в числителе данные сухого просева, в знаменателе – мокрого)

Глубина, см	Размер фракций, мм, содержание, %				
	>10	10-1	1-0,25	<0,25	10-0,25
Смешанный посев козлятника восточного					
0-20	67,3±3,1	$\frac{27,6\pm 3,5}{13,9\pm 1,6}$	$\frac{3,3\pm 1,7}{26,5\pm 3,5}$	$\frac{2,0\pm 1,4}{52,2\pm 4,2}$	$\frac{30,9\pm 4,4}{40,3\pm 5,4}$
Чистый посев козлятника восточного					
0-20	58,3±2,1	$\frac{36,6\pm 4,1}{15,1\pm 6,1}$	$\frac{3,8\pm 0,5}{26,1\pm 4,0}$	$\frac{1,5\pm 0,7}{54,2\pm 5,8}$	$\frac{40,4\pm 4,6}{41,1\pm 10,0}$

Водопрочность структуры в обоих вариантах оценивается как хорошая с тенденцией увеличения на чистом посеве.

Следовательно, злаковый компонент в наших опытах не показал эффективного влияния на структуру. Но смешанные посевы оказались более устойчивы при кратковременном поверхностном затоплении в сырые периоды [2]. В гумидных условиях Калининградской области это очень актуально. Козлятник в таких случаях подвержен вымоканию на первых стадиях развития и чистые его посевы изреживаются. В смешанных посевах за счет злакового компонента происходит восполнение фитомассы.

Исследования различных форм азота показали, что различия имеются, но они статистически незначимы (табл. 7).

Таблица 7 – Содержание минеральных форм азота (мг/кг) в дерновых оглеенных осушенных почвах

Глубина, см	Культура	Вариант посева	$\frac{N - NO_3}{N - NH_4}$	Коэффициент вариации, %	НСР <sub>05</sub>
0 - 20	Козлятник восточный	Смешанный	$\frac{10,88\pm 0,61}{11,04\pm 0,48}$	$\frac{5,63}{4,37}$	$\frac{1,72}{1,30}$
			Чистый	$\frac{9,16\pm 0,27}{12,34\pm 0,29}$	
20 - 40		Смешанный		$\frac{10,60\pm 0,62}{11,20\pm 0,34}$	$\frac{5,85}{3,01}$
			Чистый	$\frac{8,46\pm 0,33}{10,26\pm 0,27}$	$\frac{3,86}{2,65}$

Тенденция к большему накоплению валового и нитратного азота просматривается в смешанных посевах. Но при этом отмечаются более высокие коэффициенты вариации, связанные с пространственной пестротой по сравнению с чистыми посевами.

Расчет запасов минерального азота выявил, что более высокое количество накапливается в варианте смешанного посева (табл. 8).

Таблица 8 – Запасы минерального азота в дерновых оглеенных почвах в опыте с чистыми и смешанными посевами козлятника

Вариант посева	Глубина, см	Запас минерального N, кг/га	Оценка запасов в слое 0 – 40 см
Козлятник смешанный посев	0-20	65,76	Высокое
	20-40	65,40	
	0-40	131,16	
Козлятник чистый посев	0-20	64,50	Повышенное
	20-40	56,16	
	0-40	120,66	

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Последствие десятилетнего выращивания чистой культуры козлятника восточного выражается в улучшении агрофизических показателей дерновых оглеенных почв: снижается плотность пахотного и подпахотного горизонтов, увеличивается оструктуренность почв.

Установлено положительное влияние выращивания козлятника на азотный режим почв, что выражается в накоплении минерального азота, поэтому козлятник является хорошим предшественником для озимых зерновых культур.

Сравнение чистых и смешанных со злаками пятилетних посевов козлятника выявило лучшую структурообразующую роль чистого посева. По-видимому, это результат мощного влияния корневой системы козлятника.

В исследовании отсутствуют достоверные отличия в содержании различных форм почвенного минерального азота в чистых и смешанных посевах козлятника.

В долговременных кормовых севооборотах на дренированных глееватых уплотненных карбонатных почвах рекомендуется выращивать чистую культуру козлятника.

Для участков с вероятностью кратковременного поверхностного затопления более подходят смешанные посева козлятника со злаковым компонентом.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панасин, В. И. Экологическое состояние и плодородие почв Калининградской области: монография / В.И. Панасин и др.; под ред. Е.С. Роньжиной. - Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. - 271 с.

2. Анциферова, О. А. Агроэкологическая оценка дерновых оглеенных осушенных почв низменной равнины / О. А. Анциферова, А. А. Басаргина // Известия КГТУ. – 2017. - № 45. – С. 197-210.

3. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / под ред. Л. М. Державина, Д. С. Булгакова. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. - 240 с.

4. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв /А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва, 1986. – 335 с.

5. Ягодин, Б.А. Агрохимия: учебник. / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. – Москва: Колос, 2002. – 584 с.

TO IMPROVE THE PROPERTIES OF SOD GLEYED SOILS OF THE POLESIE LOWLAND IS INFLUENCED BY CULTIVATION IN PURE AND MIXED PLANTINGS OF GALEGA ORIENTALIS

A.A. Basargina, graduate student of Agronomy Department  
Kaliningrad State Technical University

e-mail: anna.basargina.96@mail.ru

O.A. Antsiferova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
Department of Soil Science and Agroecology, Kaliningrad State Technical University  
e-mail: anciferova@inbox.ru

10-year-old cultivation of Galega improves the agrophysical properties of soils and contributes to the accumulation of mineral nitrogen in soils. Pure crops of Galega better affect the aggregate composition of the soil than mixed. But mixed crops are more resistant to the risk of surface waterlogging.

*Galega orientalis, sod gleyed soils, aggregate composition, ammonium and nitrate nitrogen, pure and mixed crops*