

## СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА И ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПЕРЕД ПОСЕВОМ

**М.А. Яковлев**, аспирант

**А.Ф. Петров**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**Ю.В. Чудинова**, доктор биологических наук, доцент

**И.Е. Лаврищев**, аспирант

**И.В. Кархардин**, старший преподаватель

*Новосибирский государственный аграрный университет*

E-mail: matvey\_yakovlev97@mail.ru

**Ключевые слова:** козлятник восточный, урожайность, нормы высева, сроки уборки, продуктивность, питательность, кормовая продуктивность.

**Реферат.** Предпосылками исследования возделывания козлятника восточного в условиях Западной Сибири стали многочисленные опыты отечественных и зарубежных учёных, которые свидетельствовали о том, что существует проблема обеспечения кормовой базы высокобелковыми кормами, в частности – семенным материалом. В Западной Сибири многолетние травы в структуре посевов кормовых занимают около 40 %, из которых козлятник восточный, несмотря на его высокие показатели, занимает не более 7 %. Закладка опыта и проведение экспериментальной работы осуществлялись согласно общепринятой методике В.А. Доспехова. Измерения густоты стеблестоя проводили весной и перед каждой уборкой трав. В процессе исследования проводили фенологические и морфологические наблюдения, а также учёт урожайности семян козлятника восточного. В процессе исследований было установлено, что в первые периоды роста существенной разницы между вариантами не наблюдалось, изменения происходили на поздних стадиях развития, так, с увеличением возраста растений увеличивалась их высота, особенно это заметно на вариантах, где семена обрабатывались перед посевом ризоторфином и микроудобрениями. На урожайность семян козлятника восточного оказывает влияние как норма высева, так и предпосевная обработка почвы. Так, например, оптимальная норма высева была 0,6 млн шт/га, при этом изменение данного показателя, как в большую, так и меньшую сторону, вызывало достоверное снижение урожайности семян. Наивысшая урожайность семян козлятника (464 кг/га) отмечена при норме высева 0,6 млн. шт./га с применением ризоторфина. Самая низкая урожайность (169 кг/га) была отмечена при норме высева 1,5 млн шт/га на варианте без обработки (контроль).

## SEED PRODUCTIVITY OF THE EASTERN GOAT HUSK DEPENDING ON THE SEEDING RATE AND SEED TREATMENT BEFORE SOWING

**M.A. Yakovlev**, PhD student

**A.F. Petrov**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

**Yu.V. Chudinova**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

**I.E. Lavrishchev**, PhD student

**I.V. Karkhardin**, Senior Lecturer

*Novosibirsk State Agrarian University*

**Keywords:** Oriental goat, yield, seeding rates, harvesting time, productivity, nutritional value, feed productivity.

**Abstract.** The article describes the experience of cultivating the eastern goat in the conditions of Western Siberia. The prerequisites for which were numerous experiments by domestic and foreign scientists, who testified that there is a problem of providing a feed base with high-protein feeds and, in particular, seed material. In Western Siberia, perennial grasses in the structure of forage crops occupy about 40 %, of which

*the eastern goat, despite its high performance, occupies no more than 7 %. The laying of the experience and the experimental work was carried out according to the generally accepted methodology of V.A. Dospekhova. Stem density measurements were carried out in the spring and before each harvesting of herbs. In the course of the study, phenological and morphological observations were carried out, as well as accounting for the yield of seeds of the Oriental goat. In the course of research, it was found that in the first periods of growth of development, there was no significant difference between the variants, changes occurred in the later stages, so with increasing age of the plant their height increased, this is especially noticeable in variants where the seeds were treated with rhizotorphin and micronutrients before sowing. Both the seeding rate and the pre-sowing tillage affect the yield of the seeds of the eastern goat. For example, the optimal seeding rate was 0,6 million units/ha, while a change in this indicator both up and down caused a significant decrease in seed yield. The highest yield of goatgrass seeds (464 kg/ha) was noted at a seeding rate of 0,6 million units/ha using rhizotorphin. The lowest yield (169 kg/ha) was noted with a seeding rate of 1,5 million units/ha in the untreated variant (control).*

В Лесостепи Новосибирского Приобья многолетние травы занимают более 45 % на пашне в структуре посевов кормовых культур. Такое количество занятых площадей обосновано тем, что многолетние травы – качественный и дешевый источник сырья для изготовления корма, особенно бобовые культуры, которые являются источником дешевого, насыщенного растительного белка, более урожайны [1]. Одной из таких культур является козлятник восточный, который заслуживает большого внимания [2].

Козлятник восточный является одной из самых перспективных культур, большое содержание в нём белка позволяет повысить эффективность кормов на 30–40 %. Эта культура характеризуется хорошим долголетием, посевы могут использоваться до 10 лет без выпадания и с хорошим весенним отрастанием [3]. В Западной Сибири при условии своевременного первого скашивания козлятник формирует отаву укосной спелости. За 2 укоса урожайность зеленой массы составляет 20–27, сена – 5–7 т/га. За счет бобово-ризобиального симбиоза культура удовлетворяет основную потребность в азоте.

Корма из козлятника отличаются высокой питательной ценностью: концентрацией обменной энергии 9–10 кДж/кг сухого вещества, до 200 г перевариваемого протеина на 1 к. ед., большим содержанием аминокислот, в том числе и незаменимых [4]. Для увеличения продуктивности посевов кормовых культур требуется значительно расширить посевы козлятника восточного, в связи с этим особую важность получает разработка современных агротехнических мероприятий по его возделыванию [5, 6].

В исследовании была поставлена цель определить влияние нормы высева и обработки семян перед посевом, на семенную продуктивность козлятника восточного.

Исследования проводились в 2019–2021 гг. в северной части лесостепи Западной Сибири на полях учебно-опытного хозяйства «Практик» Новосибирского ГАУ.

Почвенный покров хозяйства сравнительно однороден. Преобладающее место среди всех типов почв принадлежит черноземам выщелоченным и оподзоленным, которые занимают почти 99 % пашни [7]. Гумусовый горизонт достигает 50 см, в пахотном слое содержится 4,02–5,41 % гумуса. Выщелоченные черноземы обладают высоким уровнем естественного плодородия и вполне пригодны для возделывания всех сельскохозяйственных культур [8, 9].

Климат района характеризуется резкой континентальностью: холодная, малоснежная зима с умеренными, иногда сильными ветрами и метелями, и короткое, но жаркое лето с умеренным увлажнением. Характерны поздние весенние (5–15 июня) и ранние осенние (август) заморозки.

В целом за годы исследований температура и влага способствовали нормальному развитию козлятника, благоприятному формированию семенной продуктивности.

В исследованиях ставили задачу изучения семенной продуктивности козлятника в зависимости от нормы высева и обработки семян перед посевом ризоторфином и комплексом микроудобрений.

Методика наблюдений общепринятая (А.В. Доспехов) [10]. Размещение опытных и контрольных делянок рендомизированное. Учетная площадь каждой из делянок равнялась 20 м<sup>2</sup>. Посев широкорядный с шириной междурядий 30 см. Повторность вариантов четырехкратная.

Норма удобрений под предпосевную культивацию: N<sub>60</sub> P<sub>60</sub> K<sub>40</sub>. Эта же норма применялась при ежегодном весеннем внесении под боронование.

Для обработки семян взят комплекс микроудобрений: сернокислый кобальт, борная кислота, окись цинка, сернокислая медь, сернокислый марганец, сернокислый магний, сернокислое железо, карбонат [11]. Другую часть семян смешивали с ризоторфином, приготовленным из азотфиксирующих клубеньков козлятника (100 млн клеток в 1 мл). Обработка семян проводилась в день посева опытного участка.

Густота стеблестоя трав первого года жизни, как и следовало ожидать, зависела от нормы высева семян (табл. 1). В 2019 г. наибольшая густота была отмечена на варианте с нормой посева 0,9 млн шт/га с обработкой ризоторфином + микроудобрения (115 шт/м<sup>2</sup>). Наименьшая густота стеблестоя была на варианте с нормой высева семян 0,3 млн шт/га и без проведения каких-либо обработок (94 шт/м<sup>2</sup>).

В 2020 г. густота растений козлятника восточного заметно увеличилась на всех вариантах по сравнению с показателями 2019 г. Наибольшая величина густоты была на варианте с нормой высева 0,3 млн шт/га и без обработки.

В 2021 г. густота стеблестоя увеличилась, травостой становится более плотными по сравнению с предыдущими годами жизни. Из анализа данных видно, что обработка семян перед посевом ризоторфином и микроудобрениями на густоту стеблестоя козлятника восточного существенного влияния не оказала.

Обработка перед посевом значительно больше сказалась на высоте растений (табл. 2). В 2019 г. на вариантах, где семена перед посевом обрабатывались ризоторфином и микроудобрениями, высота растений несколько ниже по сравнению с контролем.

Измерения проводились на протяжении трех лет эксперимента.

Сравнивая между собой варианты с обработкой препаратами перед посевом, можно видеть, что существенной разницы нет. Также заметно, что норма высева на высоту растений влияния не оказала. Аналогичная ситуация прослеживается в последующие годы жизни козлятника. С увеличением возраста растения увеличивалась их высота, особенно это заметно на вариантах, где семена обрабатывались перед посевом ризоторфином и микроудобрениями.

Таблица 1

Густота стеблестоя козлятника восточного, шт/м<sup>2</sup> в фазу созревания семян (средняя за 2019–2021 гг.)  
Stem density Eastern goatgrass, pcs/m<sup>2</sup> in the seed maturation phase  
(average for 2019-2021) years)

№ п/п	Норма высева, млн шт/га	Вариант			
		Контроль	Микро-удобрения	Ризоторфин	Ризоторфин и микроудобрения
1	1,5	118,00	128,33	136,33	148,67
2	1,2	126,67	128,00	112,67	120,00
3	0,9	130,00	78,67	145,00	145,00
4	0,6	122,67	117,33	127,67	120,33
5	0,3	122,00	122,00	138,67	119,00

Таблица 2

**Высота растений козлятника восточного, см. в фазу созревания семян (средняя за 2019–2021 гг.)**  
**Eastern goatgrass plant height, cm. at seed ripening phase (average for 2019-2021)**

№ п/п	Норма высева, млн шт/га	Вариант			
		Контроль	Микро-удобрения	Ризоторфин	Ризоторфин и микроудобрения
1	1,5	90,67	82,00	90,67	87,33
2	1,2	85,33	87,67	89,67	84,67
3	0,9	85,00	75,67	80,33	84,33
4	0,6	85,33	82,00	82,33	84,33
5	0,3	84,33	80,67	75,00	87,67

Интересный показатель – индекс листовой поверхности козлятника восточного (соотношение площади листьев к площади, занимаемой травами). Проведенные наблюдения показали, что площадь листьев существенно увеличилась на вариантах с нормой высева 0,9 млн шт/га (табл. 3). Особенно это заметно в 2020 г. Индекс листовой поверхности ниже на вариантах, где семена не были обработаны перед посевом ризоторфином и комплексом микроудобрений.

Облиственность козлятника выше, где выше нормы высева семян, а травостой плотнее (табл. 4). Процент облиственности больше на вариантах, где применялись препараты для предпосевной обработки. Наибольшая облиственность была отмечена в 2020 г. на варианте с нормой высева 1,2 млн шт/га с применением микроудобрений и ризоторфина. Показатели облиственности за 2020 г. по всем вариантам оказались выше показателей за 2019 г. Это можно объяснить увеличением высоты трав, густоты стеблестоя.

Таблица 3

**Индекс листовой поверхности козлятника восточного**  
**(средняя за 2019–2021 гг.)**  
**Leaf surface index of oriental goatgrass (average for 2019-2021)**

№ п/п	Норма высева млн шт/га	Вариант			
		Контроль	Микро-удобрения	Ризоторфин	Ризоторфин и микроудобрения
1	1,5	3,57	5,17	5,23	4,70
2	1,2	4,43	5,80	4,00	5,30
3	0,9	5,03	3,47	6,07	5,83
4	0,6	4,20	5,43	5,40	4,50
5	0,3	3,67	4,47	3,67	4,50

Таблица 4

**Облиственность козлятника восточного (средняя за 2019–2021 гг.)**  
**Foliage of eastern goatgrass (2019-2021 average).**

№ п/п	Норма высева, млн шт/га	Вариант			
		Контроль	Микро-удобрения	Ризоторфин	Ризоторфин и микроудобрения
1	1,5	36,83	37,47	42,17	25,80
2	1,2	42,03	41,43	42,53	51,63
3	0,9	39,67	53,70	45,63	37,60
4	0,6	39,47	46,33	33,70	38,17
5	0,3	36,93	40,30	40,33	38,37

Анализ урожайности семян козлятника восточного за три года наблюдений показал, что растения формируют урожай семян в пределах 2–4 ц/га.

Урожайность семян козлятника в 2019 г. была наименьшей из 3 лет наблюдений. Возможно, сказались недостаточное количество осадков в мае и июне, когда формировался травостой. В этот период сумма осадков составляла 64 и 47 % от среднегодовых показателей. Запасы влаги почве в это время тоже были недостаточны. Наиболее высокая урожайность семян отмечена на варианте, где норма высева 0,3 млн шт/га при обработке семян ризоторфином и микроудобрениями. В 2020 г. урожайность семян была наиболее высокой, в мае и июне количество осадков было выше по сравнению с предыдущим годом, среднемесячная температура воздуха также была выше. Это обуславливает более интенсивную работу бактерий корневых клубеньков, что и сказалось на работе семенной продуктивности. Наиболее высокой она была на варианте, где семена обрабатывались ризоторфином и микроудобрениями при норме высева 0,6 млн шт/га (табл. 5).

В 2021 г. урожайность семян была ниже по сравнению с 2020 г. Разница по урожайности семян между вариантами по густоте стеблестоя, которую обуславливает норма высева, и по обработке семян перед посевом не всегда существенна. В определенной степени произошло выравнивание плотности травостоя, «перераспределения» клубеньков между контрольными и опытными вариантами. При этом тенденция увеличения семенной продуктивности на вариантах, где семена обрабатывались перед посевом ризоторфином и микроудобрениями, сохраняется. Об этом свидетельствуют данные по урожайности в среднем за 2019–2021 гг.

Охарактеризуем данные по урожайности семян козлятника в среднем за 3 года. Сравним урожайность семян на разных вариантах (табл. 5) Самая низкая урожайность (169 кг/га) была при норме высева 1,5 млн шт/га на варианте без обработки (контроль).

Наивысшая урожайность семян козлятника (264 кг/га) отмечена при норме высева 0,6 млн шт/га с применением ризоторфина. Этот вариант следует считать оптимальным.

Таким образом, урожайность семян козлятника восточного значительно повышает такой недорогостоящий прием, как обработка семян ризоторфином перед посевом. Козлятник лучше сеять для возделывания на семенные цели со сниженными нормами высева, результат – 464 кг/га (табл. 5).

Таблица 5

Урожайность семян козлятника восточного в зависимости от нормы высева и обработки семян перед посевом, кг/га (средняя за 2019–2021 гг.)  
Eastern goatgrass seed yield depending on seeding rate and seed treatment before sowing, kg/ha (average for 2019-2021).

№ п/п	Норма высева, млн шт/га	Варианты			
		Контроль	Микроудобрения	Ризоторфин	Ризоторфин и микроудобрения
1	1,5	169	303	330	371
2	1,2	188	299	356	398
3	0,9	188	338	360	415
4	0,6	229	344	464	393
5	0,3	220	326	396	442

В заключение отметим, что проведение предпосевной обработки способствует повышению продуктивности козлятника восточного.

1. Наиболее высокая продуктивность отмечена на вариантах с применением препаратов Ризоторфин и Ризоторфин и микроудобрения

2. Установлено, что оптимальной для семенной продуктивности козлятника восточного в Северной местности Приобья является норма высева семян 0,6 млн шт/га.

3. При оптимальной норме высева и предпосевной обработке семян козлятника совместно микроудобрениями и ризоторфином получена максимальная урожайность 464 кг/га. При этом наиболее низкая урожайность козлятника отмечена при норме высева 1,5 млн шт/га на контрольном варианте.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петров А.Ф. Совершенствование технологии возделывания кормовых бобов на зерно и кормовые цели в условиях лесостепи Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук / А.Ф. Петров. – Новосибирск, 2007. – 152 с. – EDN: NOXNNX.
2. Василевич Р.А. Разработка технологии возделывания галеги восточной в условиях лесостепной зоны Восточной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 1995. – 18 с.
3. Вавилов П.П. Возделывание и использование козлятника восточного. – Л.: Колос. – 1982. – 72 с.
4. Мухина Н.А., Бухтеева А.В., Пивоварова Н.С. Кормовые культуры Сибири. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 158 с.
5. Дроздов И.П., Синякова Л.А. Биология и агротехника полевых и лугопастбищных культур. – Пушкин: ЛСХИ, 1979. – 128 с.
6. Каширин А.П. Полевое кормопроизводство. – Горький: ГСХИ, 1990. – 100 с.
7. The cleaning of caucasian goat's rue chaff in the combine harvester cleaner / E. Vaiciukevičius [et al.] // Agronomy Research. Special issue. – 2008. – Vol. 6. – P. 405–413.
8. Петрук В.А. Продуктивность многолетних трав в лесостепи Западной Сибири при разных способах посева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 40–41. – EDN: TIHGQN.
9. Sainfoin (*Onobrychis arenaria*) Productivity Depending on Organic and Mineral Fertilizers / M. Yakovlev, A. Petrov, I. Lavrishchev [et al.] // Advancements in Life Sciences. – 2024. – Vol. 11, № 1. – P. 77–83. – EDN: KFTVVV.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
11. Ринькис Г.Я. Оптимизация минерального питания растений. – Рига: Зинатне, 1972. – 355 с.

### REFERENCES

1. Petrov A.F. *Sovershenstvovanie texnologii vozdel'vaniya kormovy`x bobov na zerno i kormovy`e celi v usloviyax lesostepi Zapadnoj Sibiri* (Improvement of fodder bean cultivation technology for grain and fodder purposes in conditions of forest-steppe of Western Siberia), Dissertation of Agricultural Sciences, Novosibirsk, 2007, 152 p., EDN: NOXNNX. (In Russ.)
2. Vasilevich R.A. *Razrabotka texnologii vozdel'vaniya galegi vostochnoj v usloviyax lesostepnoj zony` Vostochnoj Sibiri* (Development of Eastern galega cultivation technology in the conditions of the forest-steppe zone of Eastern Siberia), Dissertation Abstract of Candidate of Agricultural Sciences, Moscow, 1995, 18 p. (In Russ.)
3. Vavilov P.P. *Vozdel'vanie i ispol'zovanie kozlyatnika vostochnogo* (Cultivation and use of oriental goatgrass), Leningrad: Kolos, 1982, 72 p.
4. Muxina N.A., Buxteeva A.V., Pivovarova N.S. *Kormovy`e kul'tury` Sibiri* (Forage crops of Siberia), Moscow: Rossel'hozizdat, 1986, 158 p.
5. Drozdov I.P., Sinyakova L.A. *Biologiya i agrotexnika polevy`x i lugopastbishny`x kul'tur* (Biology and agrotechnics of field and grassland crops), Pushkin: LSXI, 1979, 128 p.
6. Kashirin A.P. *Polevoe kormoproizvodstvo* (Field forage production), Gor'kij: GSXI, 1990, 100 p.
7. Vaiciukevičius E. [et al.], The cleaning of caucasian goat's rue chaff in the combine harvester cleaner, *Agronomy Research. Special issue*, 2008, Vol. 6, P. 405–413.
8. Petruk V.A. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*, 2013, No. 4, pp. 40–41, EDN: TIHGQN. (In Russ.)

9. Yakovlev M., Petrov A., Lavrishchev I. [et al.], Sainfoin (*Onobrychis arenaria*) Productivity Depending on Organic and Mineral Fertilizers, *Advancements in Life Sciences*, 2024, Vol. 11, N 1, P. 77–83, EDN: KFTVVL.
10. Dospexov B.A. *Metodika polevogo opy`ta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul`tatov issledovaniy* (Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results), Moscow: Kolos, 1979, 416 p.
11. Rin`kis G.Ya. *Optimizaciya mineral`nogo pitaniya rastenij* (Optimization of mineral nutrition of plants), Riga: Zinatne, 1972, 355 p.