

7. Instruktsiia TsINAO po provedeniiu massovykh analizov pochv v zonalnykh agrokhimicheskikh laboratoriiakh. – Moskva: Kolos, 1973. – 55 s.

8. Gavriiliuk F.Ia. Bonitirovka pochv. – Moskva: Vysshiaia shkola, 1970. – 261 s.

9. Zakharov V.L., Maksimov D.I. Programma prognozirovaniia urozhainosti iabloni i pochvoutomleniia sada v zavisimosti ot pochvennykh uslovii // Svidetelstvo o gosudarstvennoi registratsii programmy dlia EVM No. 2017610380. 10.01.2017 g.



УДК 631.82/85:631.427.2:631.559
DOI: 10.53083/1996-4277-2021-204-10-25-32

В.С. Курсакова
V.S. Kursakova

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РИЗОТОРФИНА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF RIZOTORFIN AND MINERAL FERTILIZER APPLICATION TO INCREASE FODDER GALEGA (*GALEGA ORIENTALIS* LAM.) PRODUCTIVITY

Ключевые слова: ризоторфин, инокуляция, азотфиксация, бобово-ризобийный симбиоз, минеральные удобрения, молибден, козлятник восточный, урожайность.

Изучение действия ризоторфина, молибдена и минеральных удобрений с дозами азота 30, 60 кг/га и без азота на фоне фосфора и калия $P_{60}K_{60}$ на развитие растений козлятника восточного первого и второго годов жизни в условиях степной зоны Алтайского края показало высокую отзывчивость козлятника на улучшение условий питания. Инокуляция и удобрения повышали сохранность, зимостойкость растений, увеличивали рост, развитие и урожайность зеленой массы. Большую сохранность и более высокую зимостойкость обеспечила инокуляция ризоторфином и на его фоне минеральные удобрения и молибден. Это обусловлено комплексным воздействием бактерий в препарате на растения, заключающимся в обеспечении их большим количеством азота, ростовыми гормонами-стимуляторами и биофунгицидами. Молибден способствует активизации нитрогеназной ферментной системы бактерий, участвующей в фиксации атмосферного азота, поэтому его эффективность повышается при совместном использовании с ризоторфином. Зеленая масса растений козлятника восточного полноценно начинает формироваться лишь со второго года жизни, поэтому скашивание ее в год посева нецелесообразно. Урожайность козлятника можно повысить за счет скашивания зеленой массы несколько раз за сезон. В условиях Алтайского края допустимо двукратное скашивание. Инокуляция и минеральные удобрения увеличивали урожайность травы в оба года исследований. Но ризоторфин увеличивал урожайность козлятника в большей степени. Прибавки урожая от инокуляции и минеральных удобрений в первый год их жизни составили 11,1-44,4%, во второй – 6,8-27,4%. Эффективность инокуля-

ции повышалась при совместном использовании ризоторфина с минеральными удобрениями, что обеспечило получение значительной дополнительной продукции по сравнению с контролем. Наибольший эффект получен от инокуляции ризоторфином в чистом виде и при совместном использовании ризоторфина с молибденом и минеральным удобрением с дозой $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Keywords: Rizotorfin inoculant, inoculation, nitrogen fixation, legume-Rhizobium symbiosis, mineral fertilizers, molybdenum, fodder galega (*Galega orientalis* Lam.), yielding capacity.

The study of the effect of Rizotorfin inoculant, molybdenum and mineral fertilizers with nitrogen rates of 30 and 60 kg ha and without nitrogen against the background of phosphorus and potassium $P_{60}K_{60}$ on the development of fodder galega plants on the first and second growing seasons in the steppe zone of the Altai Region showed high responsiveness of fodder galega to improved nutritional conditions. Inoculation and fertilizer application increased the survival and winter hardiness of plants, increased herbage growth, development and yield. Greater survival and winter hardiness were achieved by inoculation with Rizotorfin inoculant and, against its background, mineral fertilizer and molybdenum application. This is determined by the complex effect of bacteria in the inoculant on plants that consists in providing them with a large amount of nitrogen, growth-promoting hormones and biofungicides. Molybdenum contributes to the activation of the nitrogenase enzyme system of bacteria involved in fixing atmospheric nitrogen; therefore, its effectiveness increases when used together with Rizotorfin. The herbage of fodder galega plants fully begins to form only on the second growing season therefore mowing is inappropriate on the year of sowing. The yield of fodder galega plants may be increased by mowing the herbage several times per season.

In the Altai Region, two mowings are possible. Inoculation and mineral fertilizers increased the grass yields on both years of the study. But Rizotorfin inoculant increased fodder galega yields to a greater extent. The yield gains through inoculation and mineral fertilizers on the first growing season amounted to 11.1-44.4%, and on the second growing season - 6.8-27.4%. The efficiency of inoculation

increased with the combined use of Rizotorfin and mineral fertilizers and ensured a significant gain as compared to the control. The greatest effect was obtained through inoculation with pure Rizotorfin and combined use of Rizotorfin with molybdenum and the mineral fertilizer in a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Курсакова Валентина Сергеевна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: kursakova-v@mail.ru.

Kursakova Valentina Sergeyevna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: kursakova-v@mail.ru.

Для получения высоких показателей продукции растениеводства широко используют минеральные удобрения, особенно азотные, что вполне оправдано. При умеренном их использовании они не только повышают урожайность растений, но и улучшают их качество, а также условия существования полезной почвенной микрофлоры, для которой также необходимы элементы питания [1, 2]. Однако минеральные удобрения отличаются высокой стоимостью, увеличивают затраты, к тому же они ухудшают экологию окружающей среды токсичными соединениями азота [3].

Основной задачей кормопроизводства является обеспечение отрасли животноводства качественными кормами, сбалансированными по белку. В этом отношении наиболее приемлемыми являются корма из многолетних бобовых трав. Они отличаются от злаковых и растений из других семейств наибольшим содержанием белка за счет фиксации молекулярного азота симбиотическими бактериями рода *Rhizobium*. Благодаря этому свойству бобовые культуры способны формировать высокие урожаи без применения азотных удобрений [4].

По данным академика Е.Н. Мишустина, годовая продуктивность азотфиксации многолетними бобовыми культурами достигает 100-700 кг/га, поэтому биологический азот может служить полной заменой минеральным азотным удобрениям [5]. Возделывание бобовых культур является оправданным и с экономической точки зрения, так как позволяет значительно уменьшить затраты за счет снижения количества вносимого в почву минерального азота до 70-100% от потребности растений. Биологический азот в отличие от минерального экологически безопасен, не увеличивает количество нитратов ни в растениях, ни в почвах, так как полностью используется растениями [6, 7].

Козлятник восточный (*Galega orientalis*) является одной из самых продуктивных многолетних бобовых культур, урожайность зеленой массы достигает 800 и более ц/га. Зеленая масса козлятника отличается высокой питательностью, а по содержанию протеина корм из него приравнивается к белковым концентратам. Сбор протеина достигает 20-30 ц/га, что значительно превышает этот показатель у других традиционно возделываемых бобовых культур. Корм из козлятника восточного по питательности соответствует зоотехническим требованиям [8, 9].

Особенностью этой культуры является быстрое отрастание зеленой массы в ранневесенний период, что позволяет использовать его в зеленом конвейере, начиная с середины весны. Кроме того, скашивание зеленой массы можно проводить несколько раз за сезон, что обеспечивает более равномерное поступление зеленой массы для конвейера и увеличивает выход продукции и его качество.

Для Алтайского края козлятник восточный является нетрадиционной культурой и практически не возделывается. Для интродукции козлятника в культуру необходимо использовать препараты специфичных для него клубеньковых бактерий рода *Rhizobium*, так как в почвах края они отсутствуют. Эти бактерии образуют на корнях эффективные розовые клубеньки, в которых идет процесс азотфиксации. Для инокуляции семян используют препарат «Ризоторфин» (нитрагин), который увеличивает урожайность в 1,5-2 и более раз по сравнению с неинокулированными посевами [6].

Цель исследования – установить влияние инокуляции ризоторфином на урожайность зеленой массы козлятника восточного в сравнении с действием минеральных удобрений и молибдена в чистом виде на фоне ризоторфина.

Условия исследования

Опыт был заложен в 2016 г. на стационарном участке Алтайского государственного аграрного университета на черноземе выщелоченном малогумусном.

В опыте использовали сорт козлятника восточного Горноалтайский 87. Варианты включали: ризоторфин, содержащий бактерии *Rhizobium galegae*, минеральные удобрения, где на фоне фосфора и калия $P_{60}K_{60}$ вносили азот с дозами 30 и 60 кг/га, а также молибден. Удобрения применяли в чистом виде и совместно с ризоторфином.

Опыт заложили на площади 360 м² в трех повторностях при норме высева семян 10 кг/га и ширине междурядий 45 см. Площадь одной повторности каждого варианта составляла 12 м². Инокуляцию скарифицированных семян проводили в день посева рекомендованной дозой 500 г ризоторфина на гектарную норму семян. Минеральные удобрения вносили поверхностно и заделывали в почву под предпосевную культивацию. На вариантах с молибденом семена обрабатывали раствором молибденовокислого аммония из расчета 150 г/га.

Опыт проводили в течение 2 лет – 2016-2017 гг. Все наблюдения за ростом и развитием растений, отбор образцов и анализы проведены по рекомендуемым методикам. Урожайность

зеленой массы учитывали в первый год в конце вегетации козлятника, вследствие замедленного его развития, во втором – 2 раза за сезон – в фазу бутонизации и отросшей отавы через 2 мес. после скашивания. Математическую обработку провели на персональном компьютере однофакторным методом анализа [10].

Результаты исследования

В первый год жизни козлятника происходит усиленное формирование подземной массы, поэтому развитие растений шло достаточно долго, и только к концу вегетации растения вступили в фазу ветвления, окрепли и подросли. Было изучено влияние ризоторфина и минеральных удобрений на всхожесть, динамику роста, развитие листового аппарата, клубеньков, зимостойкость и продуктивность культуры (табл. 1).

После посева всходы появились достаточно поздно, через 20 дней, были сильно изрежены, так как в этот период стояла холодная погода без осадков. Колебания по вариантам составили 27,0-34,1%. На контроле в среднем возшло 47 раст/м². На инокулированных и удобренных вариантах количество взошедших растений было несколько больше – на 2-4 шт/м², и только на варианте ризоторфин + $N_{60}P_{60}K_{60}$ всхожесть составила 58 шт/м².

Таблица 1

Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на выживаемость растений козлятника восточного в первый год жизни

Варианты	2016 г.				2017 г.	
	кол-во взошедших растений, шт/м ²	% всхожих семян	сохранность, шт/м ²	сохранность, %	кол-во перезим-х раст/м ²	% перезим-х растений
Контроль	47	27,6	40	85,1	34	85,0
$N_0P_{60}K_{60}$	50	29,4	43	86,0	40	93,0
$N_{30}P_{60}K_{60}$	48	25,3	43	89,5	40	91,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$	51	30,0	44	86,2	40	84,4
Молибден	49	28,8	45	91,8	38	93,9
Ризоторфин (фон)	49	28,8	45	91,8	42	93,3
Ризоторфин + $N_0P_{60}K_{60}$	46	27,0	46	100,0	43	93,4
Ризоторфин + $N_{30}P_{60}K_{60}$	51	30,0	46	90,1	42	91,3
Ризоторфин + $N_{60}P_{60}K_{60}$	58	34,1	48	82,7	40	83,3
Ризоторфин + молибден	50	29,4	48	96,0	48	100,0

Сохранность растений козлятника к концу вегетации различалась по вариантам и равнялась 85,1-100,0%. На контроле сохранилось всего 40 раст/м² (85,1%). Инокуляция и удобрения несколько увеличили этот показатель по сравнению с контролем (на 3-8 растений). Больше всего сохранившихся растений было на варианте одной инокуляции ризоторфина (91,8%) и в сочетании с минеральными удобрениями. Наибольшая сохранность получена на варианте с молибденом как в чистом виде, так и на фоне ризоторфина (91,8-96,0%).

Весенний учет перезимовавших растений показал разную зимостойкость по вариантам. В зависимости от приема обработки она составила 83,3-100%. Меньше всего растений пережи-

мовало на контроле – 34 раст/м². Инокуляция и минеральные удобрения несколько повысили зимостойкость культуры, но больше всего выжило растений на инокулированных препаратом вариантах. Следовательно, инокуляция семян ризоторфином более эффективно повышает устойчивость растений козлятника к низким зимним температурам, чем минеральные удобрения. На варианте применения ризоторфина с молибденом перезимовали все растения, зимостойкость составила 100%.

В таблице 2 представлены средние данные из трех повторений по результатам наблюдений за биометрическими показателями козлятника восточного на первом и втором годах жизни.

Таблица 2

Биоморфологические показатели козлятника восточного по вариантам опыта

Вариант	2016 г.			2017 г.		
	высота, см	площадь листьев, см ² /раст.	ФСП, млн м ² дн/га	высота, см	площадь листьев, см ² /раст	ФСП, млн м ² дн/га
Контроль	57	362,6	0,9	70	1120,0	1,90
N ₀ P ₆₀ K ₆₀	60	359,0	1,0	71	1170,3	2,46
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	62	378,2	1,1	73	1156,1	2,54
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	60	394,1	1,2	75	1200,0	2,67
Молибден	61	400,4	1,2	77	1190,0	2,85
Ризоторфин (фон)	62	382,2	1,1	80	1140,9	2,74
Ризоторфин + N ₀ P ₆₀ K ₆₀	61	394,7	1,2	82	1181,7	2,48
Ризоторфин + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	63	397,0	1,2	82	1168,8	2,34
Ризоторфин + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	62	405,4	1,3	84	1197,3	2,99
Ризоторфин + молибден	67	439,0	1,4	87	1209,0	2,96

Высота растений и количество листьев оказывают значительное влияние на формирование урожая культуры. У козлятника именно в листьях содержание минеральных веществ и протеина наибольшее, поэтому качество корма в значительной степени зависит от облиственности растений.

На первом году жизни к концу вегетации растения козлятника заметно подросли, но отличались по высоте. На всех удобренных и инокулированных вариантах растения были более высокорослыми, на 3-6 см выше контрольного варианта (57 см). Максимальной высоты растения достигли на варианте ризоторфин + молибден – 67 см. Количество листьев на контроле и вари-

антах минеральных удобрений было приблизительно одинаковым, в среднем 4 шт/раст. Несколько больше их было на вариантах с ризоторфином – 5 шт/раст.

Более существенные изменения по сравнению с контролем наблюдались по площади листьев и фотосинтетическому потенциалу (ФСП). На вариантах с удобрениями и инокуляцией площадь листьев на одном растении значительно превышала контрольный. Максимальная площадь сформировалась на вариантах с высокой дозой азота (N₆₀P₆₀K₆₀) и применением молибдена. На фоне ризоторфина эти показатели были более высокими. Также закономерно нарастал и фотосинтетический потенциал рас-

тений. Максимальные его величины коррелировали с площадью листьев. К концу вегетации значения ФСП находились в пределах 0,9-1,4 млн м² дн/га, т.е. в первый год жизни растения козлятника формируют недостаточный по величине фотосинтетический потенциал, далеко не достигающий оптимальных значений.

В следующем 2017 г. все биометрические показатели козлятника были существенно выше. На инокулированных ризоторфином и удобренных вариантах растения были более высокорослыми, высота составляла от 71 до 87 см. Наименьшая высота наблюдалась на контроле – 70 см. Минеральные удобрения увеличивали этот показатель до 71-77 см, а инокуляция способствовала еще большему росту растений до 80-87 см, обусловленному гормональным действием бактерий. Самый высокий эффект получен на варианте ризоторфин + молибден – 87 см.

Облиственность побегов также увеличилась по сравнению с первым годом до 10-15 листьев. Площадь листьев на одном растении была существенно большей – примерно в 3 раза, чем в первый год жизни. Максимальная площадь сформировалась на инокулированном варианте с молибденом.

Фотосинтетический потенциал на втором году определяли в период массового цветения

козлятника. На контроле он был невысоким – 1,9 млн м² дн/га. Минеральные удобрения и инокуляция ризоторфином повысили ФСП посева козлятника до оптимальных значений – 2,46-2,99 млн м² на 1 га посева. Более высокий ФСП сформировался под действием молибдена и минерального удобрения N₆₀P₆₀K₆₀ на фоне ризоторфина.

Учет количества эффективных (розовых) клубеньков на корнях для определения симбиотического потенциала в первый год провели в конце вегетации, во второй – в период цветения культуры при определении урожая корней методом монолита (табл. 3).

Симбиотический потенциал бобовых растений напрямую зависит от количества побегов и, соответственно, корней на растениях. По результатам таблицы 3 видно, что количество побегов на 1 м² на втором году существенно увеличилось, благодаря их развитию от корневых отпрысков, и составило 170-250 шт. на 1 м², что примерно в 5 раз больше, чем на первом году жизни. Минеральные удобрения в чистом виде повысили количество побегов по сравнению с контролем на 30-40 шт/м². Больше всего побегов сформировалось на ризоторфине (240 шт.), на его фоне с молибденом (245 шт.) и с удобрением N₆₀P₆₀K₆₀ (250 шт.).

Таблица 3

Количество побегов и эффективных клубеньков на растениях козлятника восточного

Вариант	2016 г.		2017 г.		
	кол-во побегов на 1 м ²	кол-во клубеньков, шт/раст.	кол-во побегов на 1 м ²	урожайность корней, г/м ²	кол-во клубеньков, шт/раст.
Контроль	40	-	170	85	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	43	-	210	105	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	43	-	220	140	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	44	-	223	150	-
Молибден	45	-	240	120	-
Ризоторфин (фон)	45	34	240	100	110
Ризоторфин + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	46	18	210	115	70
Ризоторфин + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	46	25	200	140	80
Ризоторфин + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	48	12	250	160	116
Ризоторфин + молибден	48	17	245	140	127

Количество клубеньков в первый год жизни козлятника было невысоким, вследствие слабого развития корневой системы. На контроле и

вариантах минеральных удобрений клубеньки не сформировались, что подтверждает отсутствие специфических бактерий для козлятника в

наших почвах. На инокулированных вариантах образовались эффективные розовые клубеньки от 12 до 34 шт. на 1 растении. Больше всего их сформировалось на варианте ризоторфина в чистом виде.

На втором году жизни козлятника восточного на вариантах без применения ризоторфина клубеньки также не образовались. На инокулированных вариантах их количество колебалось от 70 до 127 шт/раст.

Больше всего клубеньков сформировалось на варианте ризоторфина в чистом виде – 110 шт/раст. и на его фоне с молибденом – 127 шт/раст. Количество активных клубеньков не зависело от массы корней.

В таблице 4 представлены средние данные по урожайности зеленой массы козлятника во-

сточного в годы исследования. В первый год (2016 г.) учет провели 1 раз в конце вегетации, во второй (2017 г.) – 2 раза за сезон – в фазе бутонизации и отавы, полученной через 2 мес. после первого укоса.

В 2016 г. урожайность надземной массы козлятника на всех вариантах была невысокой – 0,81-1,05 т/га, при 0,72 т/га на контроле. Минеральные удобрения в чистом виде повышали урожайность сырой массы на 0,09-0,18 т/га. Наибольшая прибавка получена на варианте с молибденом – 0,18 т/га. Ризоторфин в чистом виде увеличивал урожайность незначительно – на 0,13 т/га, в то время как минеральные удобрения на фоне инокуляции повысили её на 27,8-44,4%. Максимальные прибавки получены на варианте ризоторфин + N₆₀P₆₀K₆₀ – 1,05 т/га.

Таблица 4

Урожайность зеленой массы козлятника восточного

Вариант	2016 г.			2017 г.		
	урожайность, т/га	прибавка		урожайность, т/га, Σ за 2 укоса	прибавка	
		т/га	%		т/га	%
Контроль	0,72	-	-	17,06	-	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,86	0,14	16,7	16,29	-0,77	-4,5
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	0,81	0,09	11,1	20,29	3,23	18,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,88	0,16	22,2	16,88	-0,18	-1,1
Молибден	0,90	0,18	25,0	20,72	3,66	21,4
Ризоторфин (фон)	0,85	0,13	16,7	21,33	4,27	25,0
Ризоторфин + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,96	0,24	33,3	19,25	2,19	12,8
Ризоторфин + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	0,92	0,20	27,8	18,21	1,15	6,7
Ризоторфин + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,05	0,33	44,4	21,82	4,76	27,9
Ризоторфин + молибден	1,00	0,28	38,9	21,07	4,01	23,5
НСР ₀₅		0,077	-		0,730	

На втором году жизни козлятника данные по урожайности зеленой массы по укосам были близкими. В сумме за 2 укоса урожайность почти в 2 раза была выше каждого укоса, так как растения были скошены в фазе бутонизации, с высокой облиственностью и невысоким содержанием клетчатки, что значительно повышает качество корма. На контроле урожайность составила 17,06 т/га сырой массы. При этом не все минеральные удобрения в чистом виде способствовали увеличению урожайности козлятника. На двух вариантах – N₆₀P₆₀K₆₀ и N₆₀P₆₀K₆₀ – урожайность была даже несколько ниже, чем на контроле, – 16,29-16,88 т/га. Существенные прибавки получены от дозы азота 30 кг/га (18,9%) и на варианте с молибденом – 21,4%.

Инокуляция в большей мере повысила урожайность зеленой массы козлятника. На ризо-

торфине прибавки составили 21,33 т/га, или 25,0% от контроля. При совместной инокуляции в сочетании с минеральными удобрениями эффективность ризоторфина повышается, особенно на варианте с дозой азота 60 кг/га – 27,9%. На фоне ризоторфина высокие прибавки обеспечил также молибден – 23,5%. Эффект обусловлен комплексным воздействием бактерий в препарате на растения, заключающимся в обеспечении их большим количеством азота, ростовыми гормонами-стимуляторами и биофунгицидами. В свою очередь молибден способствует активизации нитрогеназной ферментной системы бактерий, участвующей в фиксации атмосферного азота, поэтому его эффективность повышается при совместном использовании с ризоторфином. Варианты P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀ на

фоне ризоторфина показали невысокие, но достоверные прибавки – 12,8-6,7%.

Заключение

В первый год жизни растения козлятника вследствие замедленного развития сформировали невысокий фотосинтетический потенциал и, как следствие, низкую урожайность надземной массы, но показали высокую отзывчивость на улучшение условий питания. Инокуляция и удобрения повышали сохранность, зимостойкость растений, увеличивали рост, развитие и урожайность зеленой массы. Прибавки урожая от инокуляции и минеральных удобрений составили 11,1-44,4%. Инокуляция совместно с минеральными удобрениями была более эффективной, особенно с дозой азота 60 кг/га, что обеспечило получение дополнительной продукции на 27,8-44,4% по сравнению с контролем.

На втором году жизни козлятника урожайность зеленой массы на всех вариантах была намного выше первого года. Это обусловлено увеличением побегов, их облиственности, площади листьев. При внесении $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ получена урожайность на уровне контроля. Высокие прибавки обеспечивали $N_{30}P_{60}K_{60}$ и молибден – 18,9-21,4%. В большей степени (25,0%) урожайность козлятника увеличилась на фоне инокуляции ризоторфином в чистом виде. Высокий эффект получен от ризоторфина с молибденом (23,5%) и удобрением $N_{60}P_{60}K_{60}$ (27,9%).

Библиографический список

1. Прянишников, Д. Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР / Д. Н. Прянишников. – Текст: непосредственный // Избранные сочинения. – Москва: Изд-во АН СССР, 1951. – Т. 1. – С. 47-156.
2. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / под редакцией Е. Н. Мишустина. – Москва: Наука, 1972. – 343 с. – Текст: непосредственный.
3. Ермоленко, Г. Л. Нитраты. Растение – человек / Г. Л. Ермоленко, И. Ф. Мазан. – Минск: Легприрода, 1995. – 70 с. – Текст: непосредственный.
4. Graham P.H., Vance C.P. (2003). Legumes: importance and constraints to greater use. *Plant Physiol.* 131 (3): 872-877. DOI: 10.1104/pp.017004.
5. Минеральный и биологический азот в земледелии СССР / под редакцией Е. Н. Мишу-

стина. – Москва: Наука, 1985. – 268 с. – Текст: непосредственный.

6. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии / А. А. Завалин, Т. М. Духанина, М. В. Чистотин [и др.]; под редакцией А. А. Завалина. – Москва: Россельхозакадемия, 2000. – 82 с. – Текст: непосредственный.

7. Биопрепараты в сельском хозяйстве / И. А. Тихонович, А. П. Кожемяков, В. К. Чеботарь [и др.]. – Москва: Россельхозакадемия, 2005. – 153 с. – Текст: непосредственный.

8. Емельчанинова, Н. Н. Козлятник восточный – ценная кормовая культура / Н. Н. Емельчанинова. – Текст: непосредственный // Кормопроизводство. – 2000. – № 10. – С. 23-24.

9. Вавилов, П. П. Возделывание и использование козлятника восточного / П. П. Вавилов, Х. А. Райг. – Ленинград: Колос, Ленинградское отделение, 1982. – 72 с. – Текст: непосредственный

10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Prianishnikov D.N. Azot v zhizni rastenii i v zemledelii SSSR. Izbr. soch. – Moskva: Izd-vo AN SSSR, 1951. – T. 1. – S. 47-156.
2. Mikroorganizmy i produktivnost zemledeliia / pod red. E.N. Mishustina. – Moskva: Nauka, 1972. – 343 s.
3. Ermolenko G. L. Nitraty. Rastenie - chelovek / G. L. Ermolenko, I. F. Mazan. – Minsk: Legpriroda, 1995. – 70 s.
4. Graham P.H., Vance C.P. (2003). Legumes: importance and constraints to greater use. *Plant Physiol.* 131 (3): 872-877. DOI: 10.1104/pp.017004.
5. Mineralnyi i biologicheskii azot v zemledelii SSSR / pod red. E.N. Mishustina. – Moskva: Nauka, 1985. – 268 s.
6. Zavalin A.A. Otsenka effektivnosti mikrobnykh preparatov v zemledelii / A.A. Zavalin, T.M. Dukhanina, M.V. Chistotin i dr.; pod red. A.A. Zavalina. – Moskva: Rosselkhozakademiia, 2000. – 82 s.
7. Tikhonovich I.A., Kozhemiakov A.P., Chebotar V.K. i dr. Biopreparaty v selskom khoziaistve. – Moskva: Rosselkhozakademiia, 2005. – 153 s.
8. Emelchaninova N.N. Kozliatnik vostochnyi – tsennaia kormovaia kultura // Kormoproizvodstvo. – 2000. – No. 10. – S. 23-24.

9. Vavilov P.P. Vozdelyvanie i ispolzovanie ko-zliatnika vostochnogo / P.P. Vavilov, Kh.A. Raig. – Leningrad: Kolos, Leningradskoe otdelenie, 1982. – 72 s.

10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 351 s.



УДК 631.842.4

DOI: 10.53083/1996-4277-2021-204-10-32-37

П.Ю. Латарцев, О.И. Антонова

P.Yu. Latartsev, O.I. Antonova

ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЛЬНОМ МАСЛИЧНЫМ В СВЯЗИ С ВНЕСЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ

FEATURES OF BASIC NUTRIENT CONSUMPTION BY LINSEED FLAX IN THE CONTEXT OF FERTILIZER APPLICATION

Ключевые слова: лен масличный, содержание элементов питания, солома, семена, вынос, доля выноса азота, урожайность, содержание белка, масличность.

Изучение содержания и выноса азота, фосфора и калия в растениях льна масличного сорта Северный показало, что в семенах накапливается больше азота и фосфора, а калия – в соломе. Среднее содержание составляет: N – 4,79%, P₂O₅ – 0,79, K₂O – 1,05% против, соответственно, в соломе: 0,64, 0,1 и 1,73%. При внесении удобрений содержание всех элементов в соломе снижается, а в семенах в основном остается на уровне контроля. В связи с более высокой урожайностью по всем удобренным вариантам вынос фосфора и калия превышает контроль, а азота – по вариантам с большей дозой азота. С семенами с поля отчуждается в среднем до 87-87,8% азота и фосфора и 37,3% калия от общего выноса. Увеличение дозы азота способствует большему потреблению не только азота, но и фосфора и калия. Дозы азота в опытах не возмещают его вынос с урожаем семян, что требует повышения их количества на фоне использования фосфорсодержащих удобрений.

Keywords: linseed flax, nutrient content, straw, seeds, nutrient removal, nitrogen removal, yielding capacity, protein content, oil content.

The study of the content and removal of nitrogen, phosphorus and potassium by linseed flax plants of the oilseed variety Severniy showed that more nitrogen and phosphorus accumulated in seeds, and potassium - in straw. The average content levels in seeds were as following: N - 4.79%, P₂O₅ - 0.79%, K₂O - 1.05% as compared to respective levels in straw: 0.64%, 0.1% and 1.73%. When applying fertilizers, the content of all nutrients in the straw decreases, and in the seeds it mainly remains at the control level. Due to the higher crop yields in all fertilized variants, the removal of phosphorus and potassium exceeds the control; and nitrogen removal – in the variants with a higher rate of nitrogen application. With seeds, an average of 87-87.8% of nitrogen and phosphorus and 37.3% of potassium from the total removal is removed from the field. Increased rate of nitrogen application contributes to greater consumption of not only nitrogen but also phosphorus and potassium. The rates of nitrogen application in the experiments do not compensate for its yield removal with seeds; that requires increased nitrogen application against the background of phosphorus-containing fertilizers.

Латарцев Павел Юрьевич, директор производства, АО «Орбита», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: niihim1@mail.ru.

Антонова Ольга Ивановна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: niihim1@mail.ru.

Latartsev Pavel Yuryevich, Production Manager, AO "Orbita", Barnaul, Russian Federation, e-mail: niihim1@mail.ru.

Antonova Olga Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: niihim1@mail.ru.

Введение

Лен масличный межумочного типа формирует не только масличные семена, но и образует соломку с содержанием до 20% волокна. В отличие от льна-долгунца он более засухоустойчив и является конкурентной культурой для яровой пшеницы в засушливых зонах. При высокой

закупочной цене превосходит в несколько раз цену на качественное зерно. Даже при получении 5-6 ц/га семян он является рентабельным [1-3].

Все это обусловило расширение площадей его возделывания в Алтайском крае с 1 тыс. га в 2001 г. до 150 тыс. га в 2021 г.