

Влияние обработки растений по вегетации стимуляторами роста и средствами защиты на семенную продуктивность овсяницы луговой сорта Надежда

М. А. Тормозин¹✉, А. В. Беляев¹, Е. М. Тихолаз¹

¹ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра УрО РАН

✉ E-mail: tormozinma@mail.ru

Аннотация. В статье представлена информация об урожайности, развитии листостебельных болезней, а также биологической эффективности препаратов на посевах овсяницы луговой. **Цель** исследований – изучение влияния средств защиты и стимуляторов роста, обеспечивающих наиболее полную реализацию потенциала семенной продуктивности овсяницы луговой. Для обработки растений по вегетации в фазу выхода в трубку – начала колошения применяли следующие препараты: «Фитолавин» – 1,5 л/га; «Лариксин» – 50 г/га; «Колосаль Про» – 0,5 л/га; «Стрекар» – 1,5 л/га; «Фитолавин» – 1,5 л/га + «Колосаль Про» – 0,5 л/га. **Методология и методы исследования.** Опыт состоит из 18 делянок. Общая площадь одной делянки – 42 м², учетная площадь одной делянки – 28 м². Делянки размещены блочно, повторения рендомизированные, повторность трехкратная. Наблюдения и исследования проводились согласно общепринятой методике. Метеорологические условия в 2018–2019 гг. значительно варьировали от среднеевропейских показателей. Гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетационный период в 2018 г. составил 1,4; в 2019 г. – 1,77, что выше среднеевропейского значения (1,57). **Результаты.** Развитие болезни в среднем по всем ярусам листьев за два года (2018–2019 гг.) в контроле составило 23,7 %, распространенность – 67,5 %. В вариантах с фунгицидами и биопрепаратами развитие и распространенность листостебельных заболеваний составили от 9,4 до 17,4 % и от 32,4 до 56,5 % соответственно. Применение средств защиты растений привело к снижению развития заболеваний в 1,4–2,5 раза (на 6,3–14,3 %), распространенности в 1,2–2,1 раза (на 11,0–35,1 %). Биологическая эффективность средств защиты растений составила от 26,6 до 60,3 %. Применяемые препараты в среднем за два года исследований обеспечили достоверную прибавку урожайности семян от 0,11 до 0,26 т/га (от 32 до 76 %). **Научная новизна.** Повышение семенной продуктивности по двухлетним данным (2018–2019 гг.) получено за счет существенного возрастания всех составляющих структуры урожайности.

Ключевые слова: овсяница луговая, травостой, семенная продуктивность, сорт, урожайность семян, стимуляторы роста.

Для цитирования: Тормозин М. А., Беляев А. В., Тихолаз Е. М. Влияние обработки растений по вегетации стимуляторами роста и средствами защиты на семенную продуктивность овсяницы луговой сорта Надежда // Аграрный вестник Урала. 2020. № 11 (202). С. 28–36. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-28-36.

Дата поступления статьи: 30.07.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Высокая приспособляемость и пластичность многолетних злаков, обусловленные многообразием их жизненных форм, отмечены в работах А. А. Жученко и З. Ш. Шамсутдинова [1, с. 40], [2, с. 802].

Овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.) – многолетний полуверховой рыхлокустовый озимый злак, является одной из наиболее распространенных культур среди многолетних злаковых трав. Значимость культуры определяется ее потребительскими качествами, способностью обеспечивать получение раннего высокопитательного корма, возможностью разнонаправленного использования (на кормовые цели и в качестве газонной травы), устойчивостью к болезням [3, с. 172], [4, с. 19], [5, с. 55], [6, с. 20], [7, с. 39], [8, с. 30], [9, с. 122], [10, с. 208], [11, с. 157].

Овсяница луговая при достаточном плодородии и увлажнении почвы может держаться в травостоях 6–8 лет, а в благоприятных условиях на заливных лугах – 10–12 лет и более. При благоприятных условиях произрастания овсяница долго удерживается в травостое, составляя обычно 15–25 % урожая культурных пастбищ [1, с. 827]. По данным ряда ученых, овсяница луговая неконкурентоспособна лишь с ежой сборной [12, с. 329], [13, с. 146], [14, с. 442]. Максимальные урожаи зеленой массы и семян она дает на второй – четвертый год жизни. Быстро отрастает после скашивания и сжатия. Это растение длинного дня. При продвижении на юг северные формы овсяницы затягивают вегетацию. Возделываемые сорта овсяницы луговой дают в основном 2 укоса [15, с. 12], [17, с. 132].

Для кормопроизводства в Российской Федерации районировано 50 сортов овсяницы луговой, созданных массовым, групповым и семейным отбором из дикорастущих и местных популяций или путем свободного переопыления образцов и внутривидовой гибридизации [15, с. 8], [18], [16, с. 274].

Для Волго-Вятского региона, куда входит и Свердловская область, районированы 20 сортов овсяницы луговой, созданы в ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН четыре сорта: Свердловская 37, Людмила, Надежда – с мощным травостоем, высокой зимостойкостью и устойчивостью к корневым гнилям и пятнистостям листьев – и Злата.

Известно, что доля вклада нового сорта в общей структуре повышения продуктивности сельскохозяйственных культур варьирует от 30 до 60 %, а остальная прибавка приходится на усовершенствованную сортовую агротехнику (в среднем около 50 %) [19, с. 12], [20, с. 15]. Отсутствует адаптивная технология возделывания и налаженно-го семеноводства овсяницы луговой.

Исследователи были убеждены, что дальнейший рост урожайности невозможен без применения минеральных удобрений [21, с. 15], [22, с. 20], [23, с. 201], [24, с. 134]. Актуальна частичная замена дорогостоящих минеральных удобрений концентрированными питательными растворами на посевах многолетних трав [25, с. 13].

Возникает необходимость применения регуляторов роста для повышения продуктивности, в то же время бобовые и бобово-злаковые многолетние травы обеспечивают не только коренное решение белковой проблемы, но и заготовки экологически безопасных кормов, что в итоге является основой производства натуральной животноводческой продукции [26, с. 98], [27, с. 11], [28, с. 60].

В органическом земледелии необходимо решить две совершенно противоположные главные задачи: получить как можно больше продукции с единицы площади пашни, применяя как можно меньше агрохимикатов [29, с. 65].

Цель исследований – изучение влияния средств защиты и стимуляторов роста, обеспечивающих наиболее полную реализацию потенциала семенной продуктивности овсяницы луговой.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проведены в отделе селекции и семеноводства многолетних трав Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН – в рамках выполнения государственного задания по теме «Создание и усовершенствование адаптивных технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур на основе оптимизации биотических и абиотических факторов».

В опытах использовался сорт овсяницы луговой Надежда селекции УрФАНИЦ УрО РАН [30]. Сорт Надежда характеризуется отличным отрастанием травостоя весной и после укосов, слабой полегаемостью, высокой зимостойкостью и морозостойкостью.

В опыте по изучению влияния стимуляторов роста и средств защиты растений на семенную продуктивность овсяницы луговой сорта Надежда применялись препараты, включенные в список разрешенных для применения на территории РФ.

Обработка растений по вегетации в фазу выхода в трубку – начало колошения: контроль (без обработки); «Фитолавин» – 1,5 л/га; «Лариксин» – 50 г/га; «Колосаль Про» –

0,5 л/га; «Стрекар» – 1,5 л/га; «Фитолавин» – 1,5 л/га + «Колосаль Про» – 0,5 л/га.

Проведена оценка биологической эффективности применяемых препаратов и семенной продуктивности овсяницы луговой. Испытывалось 4 различных химических, биологических препаратов и регуляторов роста и развития растений и их баковые смеси.

Опыт состоит из 18 делянок. Общая площадь одной делянки – 42 м², учетная площадь одной делянки – 28 м². Размещение делянок блочное, повторения рендомизированные, повторность трехкратная. Наблюдения и исследования проводились согласно общепринятой методике [31, с. 207], [32, с. 96].

Полевые опыты проводились на опытном поле Уральского НИИСХ на серой лесной тяжелосуглинистой почве, pH солевой вытяжки – 4,85–5,27. Обеспеченность подвижными формами фосфора – 150 мг/кг почвы, обменного калия – 97–158 мг/кг почвы.

Посев беспокровный, летний в 3-й декаде июня, широко-рядный, двухстрочный с междурядьями 70 см сеялкой СО-4,2 с нормой высева семян 7 кг/га. С появлением всходов, как только обозначатся рядки, проведение 2-3 междурядных обработок.

В год использования травостоя на семена весной проводятся подкормка азотными удобрениями в дозе 60 кг/га действующего вещества, боронование, двукратная обработка междурядий. Уборку делянок на семена проводили методом прямого комбайнирования комбайном «Сампо-130».

Погодные условия 2018–2019 гг. в течение вегетационного периода имели заметные отклонения от среднеемноголетних данных как по осадкам, так и по среднесуточной температуре воздуха.

Вегетационный период 2018 г. характеризовался затяжной весной и прохладной погодой в начале летнего периода с половинной нормой осадков. Во второй половине лета отмечена умеренно теплая погода с количеством атмосферных осадков на уровне среднеемноголетних показателей. Гидротермический коэффициент составил 1,4 единицы. 2019 г. характеризовался затяжной весной и умеренно теплой погодой в начале летнего периода с недобором осадков на уровне 20–30 % от среднеемноголетних показателей. В августе отмечалась преимущественно теплая погода с количеством атмосферных осадков выше нормы на 125–189 %. Гидротермический коэффициент равен 1,77.

Результаты (Results)

Помимо условий увлажнения и питания, на уровень продуктивности многолетних злаковых трав влияют вредные организмы, в частности болезни различной эпифитотии. Действенным способом защиты от листовых патогенов является своевременная обработка посевов средствами защиты.

Применение фунгицидов и биопрепаратов способствовало снижению заболеваемости овсяницы луговой такими болезнями, как септориоз, гельминтоспориоз, листовая буря и желтая ржавчина, мучнистая роса, стеблевая (линейная) ржавчина, корончатая ржавчина, полосатая и стеблевая пятнистость.

Пораженность растений овсяницы луговой листовыми болезнями заболеваниями в контрольном варианте носило эпифитотийный характер.

В условиях 2018 г. развитие болезни в среднем по всем ярусам листьев в контроле составило 15,5 %, а распространенность – 66,0 % (таблица 1).

В вариантах с обработкой растений фунгицидами и биопрепаратами развитие и распространенность болезни составили от 13,8 до 6,9 % и от 43,1 до 30,8 % соответственно. Применение средств защиты растений привело к снижению развития болезни в 1,2–2,3 раза (на 11–56 %), распространенности – в 1,5–2,1 раза (на 35–53 %).

Биологическая эффективность средств защиты растений по вариантам составила от 11,0 до 56,1 %.

В условиях 2019 г. развитие болезни в среднем по всем ярусам листьев в контроле составило 32 %, распространенность – 69 %.

В вариантах с обработкой растений фунгицидами и биопрепаратами развитие и распространенность болезни составило от 12 до 21 % и от 33 до 47 % соответственно. Применение средств защиты растений привело к снижению развития болезни в 1,5–2,7 раза (на 11–20 %), распространенности – в 1,5–2,1 раза (на 22–36 %).

Биологическая эффективность средств защиты растений по вариантам составила от 34 до 62 %.

Развитие болезни в среднем по всем ярусам листьев за два года (2018–2019 гг.) в контроле составило 23,7 %, распространенность – 67,5 %.

В вариантах с фунгицидами и биопрепаратами развитие и распространенность листостебельных заболеваний составило от 9,4 до 17,4 % и от 32,4 до 56,5 % соответственно. Применение средств защиты растений привело к снижению развития заболеваний в 1,4–2,5 раза (на 6,3–14,3 %), распространенности – в 1,2–2,1 раза (на 11,0–35,1 %).

Биологическая эффективность средств защиты растений составила от 26,6 до 60,3 %.

Основным показателем при проведении исследований является урожайность семян овсяницы луговой.

Применяемые фунгициды и биопрепараты в условиях 2018 г. сработали эффективно во всех вариантах, за исключением варианта с применением препарата Стрекар (таблица 2).

Применяемые препараты обеспечили достоверную прибавку урожая семян от 0,18 до 0,26 т/га (от 53 до 76 %). Наиболее высокий защитный эффект на овсянице луговой против бурой ржавчины, септориоза листьев, мучнистой росы, стеблевой ржавчины, гельминтоспориоза был получен при обработке препаратом «Колосаль Про» в дозе 0,5 л/га. Прибавка урожая семян в данном варианте составила 0,26 т/га (76 %).

В погодных условиях 2019 г. применение фунгицидов и биопрепаратов оказало положительное влияние на урожайность семян овсяницы луговой во всех вариантах опыта.

Применяемые препараты обеспечили достоверную прибавку урожайности семян от 0,22 до 0,27 т/га (от 65 до 79 %). Наиболее высокий защитный эффект на овсянице луговой против бурой ржавчины, септориоза листьев, мучнистой росы, стеблевой ржавчины, гельминтоспориоза был получен при обработке препаратом «Колосаль Про». Прибавка урожая семян в данном варианте составила 0,27 т/га (79 %).

Анализ полученных данных за два года (2018–2019 гг.) показал, что применяемые фунгициды и биопрепараты сработали эффективно во всех вариантах, и в случае их применения удалось подавить развитие листостебельных болезней.

Таблица 1

Эффективность фунгицидов и биопрепаратов против листостебельных болезней овсяницы луговой (сорт Надежда) (посев 2017 г., учет 2018–2019 гг.)

Варианты	Листостебельные болезни, %						Биологическая эффективность фунгицидов, %		
	Распространенность			Развитие					
	2018	2019	Среднее значение	2018	2019	Среднее значение	2018	2019	Среднее значение
Без обработки посевов (контроль)	66,0	69	67,5	15,5	32	23,7	—	—	—
«Фитолавин» 1,5 л/га	43,1	34	38,5	10,4	13	11,7	32,9	59	50,6
«Лариксин» 50 г/га	35,5	37	36,2	8,8	16	12,4	43,2	50	47,7
«Колосаль Про» 0,5 л/га	30,8	34	32,4	6,9	12	9,4	55,5	62	60,3
«Стрекар» 0,5 л/га	66,0	47	56,5	13,8	21	17,4	11,0	34	26,6
«Фитолавин» 1,5 л/га + «Колосаль Про» 0,5 л/га	35,6	33	34,3	6,8	12	9,4	56,1	62	60,3

Table 1

Effectiveness of fungicides and biologics against leaf-stem diseases of meadow fescue (Nadezhda variety) (sowing 2017, accounting 2018–2019)

Variant	Leaf-stem diseases, %						Biological efficiency fungicides, %		
	Prevalence			Development					
	2018	2019	Average	2018	2019	Average	2018	2019	Average
Without treatment of crops (control)	66.0	69	67.5	15.5	32	23.7	—	—	—
“Fitolavin”, 1.5 l/ha	43.1	34	38.5	10.4	13	11.7	32.9	59	50.6
“Larixsin”, 50 g/ha	35.5	37	36.2	8.8	16	12.4	43.2	50	47.7
“Kolosal’ Pro”, 0.5 l/ha	30.8	34	32.4	6.9	12	9.4	55.5	62	60.3
“Strekar”, 0.5 l/ha	66.0	47	56.5	13.8	21	17.4	11.0	34	26.6
“Fitolavin”, 1.5 l/ha + “Kolosal’ Pro”, 0.5 l/ha	35.6	33	34.3	6.8	12	9.4	56.1	62	60.3

Таблица 2

Влияние применения фунгицидов и биопрепаратов на урожайность семян овсяницы луговой третьего года вегетации (сорт Надежда), 2018–2019 гг.

Варианты	Урожайность семян, т/га			Прибавка урожайности			
	2018	2019	Среднее значение	т/га			
Без обработки посевов (контроль)	0,34	0,34	0,34	–	–	–	–
«Фитолавин» 1,5 л/га	0,54	0,57	0,55	0,20	0,23	0,21	62
«Лариксин» 50 г/га	0,57	0,57	0,57	0,23	0,23	0,23	68
«Колосаль Про» 0,5 л/га	0,60	0,61	0,60	0,26	0,27	0,26	76
«Стрекар» 0,5 л/га	0,35	0,56	0,45	0,01	0,22	0,11	32
«Фитолавин» 1,5 л/га + «Колосаль Про» 0,5 л/га	0,52	0,59	0,55	0,18	0,25	0,21	62
НСР ₀₅	0,10	0,09	0,095				

Table 2

Influence of fungicides and biologics on the yield of meadow fescue seeds in the third year of vegetation (Nadezhda variety), 2018–2019

Variant	Seed yield, t/ha			Increase in productivity			
	2018	2019	Average	t/ha			
Without treatment of crops (control)	0.34	0.34	0.34	–	–	–	–
“Fitolavin” 1.5 l/ha	0.54	0.57	0.55	0.20	0.23	0.21	62
“Lariksins” 50 g/ha	0.57	0.57	0.57	0.23	0.23	0.23	68
“Kolosal’ Pro”, 0.5 l/ha	0.60	0.61	0.60	0.26	0.27	0.26	76
“Strekar”, 0.5 l/ha	0.35	0.56	0.45	0.01	0.22	0.11	32
“Fitolavin”, 1.5 l/ha + “Kolosal’ Pro”, 0.5 l/ha	0.52	0.59	0.55	0.18	0.25	0.21	62
НСР ₀₅	0.10	0.09	0.095				

Применяемые препараты в среднем за два года исследований обеспечили достоверную прибавку урожайности семян от 0,11 до 0,26 т/га (от 32 до 76 %) к контролю во всех вариантах опыта при НСР₀₅ 0,095 т/га.

Наиболее высокий защитный эффект на овсянице луговой против бурой ржавчины, септориоза листьев, мучнистой росы, стеблевой ржавчины, гельминтоспориоза был получен при обработке препаратом «Колосаль Про». Максимальная урожайность семян 0,60 т/га была получена в варианте с применением комбинированного фунгицида системного действия «Колосаль Про» в дозе 0,5 л/га, что на 0,26 т/га, или 76 %, выше урожайности семян в контроле.

Своевременный фитосанитарный мониторинг посевов овсяницы луговой и проведение защитных мероприятий позволяет существенно снизить потери урожайности семян от заболеваний, что, в свою очередь, повысит качество семян.

Повышение семенной продуктивности овсяницы луговой при применении фунгицидов и биопрепаратов в 2018 году получено за счет существенного возрастания всех составляющих структуры урожайности семян (таблица 3).

Озерненность метелки в вариантах с защитой растений была выше контроля на 9–29 %. Средняя масса семян с одной метелки была больше на 27–80 % по отношению к контролю. Число колосков в метелке увеличилось на 10–30 %, масса семян с 1 м² возросла на 69–96 %. За счет лучших условий налива в вариантах защиты зафиксировано увеличение полновесности зерновок овсяницы луговой на 6–19 % к контролю.

Биологическая урожайность семян овсяницы луговой увеличивалась на 0,24–0,59 т/га (31–76 %) по отношению

к контролю, что подтверждается и фактической урожайностью.

Обработка посевов в 2019 г. биопрепаратами и фунгицидами по вегетации в фазу выхода в трубку – начала колошения способствовала повышению количества семян в метелке, массы семян одного соцветия, массы семян с 1 м², количества продуктивных стеблей (таблица 4).

Озерненность метелки в вариантах с защитой растений была выше контроля на 16–29 %. Средняя масса семян с одной метелки была больше на 56–100 % по отношению к контролю. Число колосков в метелке увеличилось на 4–12 %, масса семян с 1 м² возросла на 32–76 %. За счет лучших условий налива в вариантах защиты зафиксировано увеличение полновесности зерновок овсяницы луговой на 21–37 % к контролю.

Биологическая урожайность семян увеличивалась на 0,31–0,89 т/га (52–148 %) по сравнению с контролем, что подтверждается и фактической урожайностью.

Фунгициды и биопрепараты оказали непосредственное положительное влияние на структуру урожайности семян овсяницы луговой. Повышение семенной продуктивности по двухлетним данным (2018–2019 гг.) получено за счет существенного возрастания всех составляющих структуры урожайности.

Озерненность метелки в вариантах с защитой растений была выше контроля на 10–28 % (6–17 шт.). Средняя масса семян с одной метелки была больше на 53–93 % (0,05–0,14 г.) по отношению к контролю. Число колосков в метелке увеличилось на 9–18 % (2–4 шт.), масса семян с 1 м² возросла на 22–76 % (8,4–28,4 г.). За счет лучших условий налива в вариантах защиты зафиксировано увеличение

Таблица 3

Влияние обработки растений стимуляторами роста и фунгицидами на структуру урожая овсяницы луговой, 2018 г.

Варианты	Общее число побегов на 1 м ²	Число продуктивных побегов на 1 м ² , шт.	Средняя длина метелки, см	Среднее число колосков в метелке, шт.	Масса семян с 1 м ² , г.	Средняя масса семян одного соцветия, г.	Среднее число семян в соцветии, шт.	Масса 1000 семян, г.	Биологическая урожайность, т/га
Без обработки посевов (контроль)	597	523	17,0	19,5	37,6	0,15	58	2,65	0,78
«Фитолавин» 1,5 л/га	909	534	18,5	23,0	53,6	0,23	70	3,15	1,23
«Лариксин» 50 г/га	588	520	19,3	24,6	61,4	0,25	72	3,00	1,30
«Колосаль Про» 0,5 л/га	787	506	18,4	25,1	66,5	0,27	75	2,85	1,37
«Стрекар» 0,5 л/га	885	502	19,9	22,4	42,3	0,16	66	2,90	0,80
«Фитолавин» 1,5 л/га + «Колосаль Про» 0,5 л/га	764	535	18,5	21,5	62,0	0,19	63	2,80	1,02

Table 3

Influence of plant treatment with growth stimulants and fungicides on the structure of the meadow fescue crop, 2018

Variant	Total number of shoots per 1 m ²	Number of productive shoots per 1 m ² , pcs.	The average length of panicle, cm	Average number of spikelets in a panicle, pcs.	Seed weight from 1 m ² , g	Average weight of seeds of one inflorescence, g	Average number of seeds per inflorescence, pcs.	Weight of 1000 seeds, g	Biological yield, t/ha
Without treatment of crops (control)	597	523	17.0	19.5	37.6	0.15	58	2.65	0.78
"Fitolavin" 1.5 l/ha	909	534	18.5	23.0	53.6	0.23	70	3.15	1.23
"Lariksine" 50 g/ha	588	520	19.3	24.6	61.4	0.25	72	3.00	1.30
"Kolosal' Pro", 0.5 l/ha	787	506	18.4	25.1	66.5	0.27	75	2.85	1.37
"Strekar", 0.5 l/ha	885	502	19.9	22.4	42.3	0.16	66	2.90	0.80
"Fitolavin" 1.5 l/ha + "Kolosal' Pro" 0.5 l/ha	764	535	18.5	21.5	62.0	0.19	63	2.80	1.02

Таблица 4

Влияние обработки растений стимуляторами роста и фунгицидами на структуру урожая овсяницы луговой третьего года вегетации, 2019 г.

Варианты	Общее число побегов на 1 м ²	Число продуктивных побегов на 1 м ² , шт.	Средняя длина метелки, см	Среднее число колосков в метелке, шт.	Масса семян с 1 м ² , г.	Средняя масса семян одного соцветия, г.	Среднее число семян в соцветии, шт.	Масса 1000 семян, г.	Биологическая урожайность, т/га
Без обработки посевов (контроль)	538	378	15	25	37	0,16	62	1,82	0,60
«Фитолавин» 1,5 л/га	483	387	15	27	49	0,29	72	2,38	1,12
«Лариксин» 50 г/га	509	397	16	26	57	0,31	76	2,21	1,23
«Колосаль Про» 0,5 л/га	566	465	14	28	65	0,32	80	2,30	1,49
«Стрекар» 0,5 л/га	506	363	14	26	49	0,25	66	2,39	0,91
«Фитолавин» 1,5 л/га + «Колосаль Про» 0,5 л/га	613	486	14	27	62	0,27	74	2,49	1,31

Table 4

Influence of plant treatment with growth stimulants and fungicides on the structure of the meadow fescue crop of the third year of vegetation, 2019

Variant	Total number of shoots per 1 m ²	Number of productive shoots per 1 m ² , pcs.	The average length of panicle, cm	Average number of spikelets in a panicle, PCs.	Seed weight from 1 m ² , g	Average weight of seeds of one inflorescence, g	Average number of seeds per inflorescence, pcs.	Weight of 1000 seeds, g	Biological yield, t/ha
Without treatment of crops (control)	538	378	15	25	37	0.16	62	1.82	0.60
"Fitolavin" 1.5 l/ha	483	387	15	27	49	0.29	72	2.38	1.12
"Lariksín" 50 g/ha	509	397	16	26	57	0.31	76	2.21	1.23
"Kolosal' Pro", 0.5 l/ha	566	465	14	28	65	0.32	80	2.30	1.49
"Strekar", 0.5 l/ha	506	363	14	26	49	0.25	66	2.39	0.91
"Fitolavin" 1.5 l/ha + "Kolosal' Pro" 0.5 l/ha	613	486	14	27	62	0.27	74	2.49	1.31

полновесности зерновок овсяницы луговой на 15–24 % (0,34–0,41 г.) к контролю. Биологическая урожайность семян овсяницы луговой увеличивалась на 0,19–0,88 т/га (28–131 %) по отношению к контролю, что подтверждается и фактической урожайностью.

Варианты с обработкой растений по вегетации стимуляторами роста и средствами защиты давали существенную прибавку урожайности семян овсяницы луговой по сравнению с вариантом без обработки.

Своевременный фитосанитарный мониторинг посевов овсяницы луговой и проведение защитных мероприятий позволяют существенно снизить потери урожайности семян от заболеваний, что, в свою очередь, повысит качество семян.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

На основании проведенных исследований установлено, что обработка посевов овсяницы луговой фунгицидами и биопрепаратами повышает урожайность семян на 0,11–0,26 т/га, или 32–76 %, способствует лучшему развитию растений и защите их от болезней. Самой эффективной оказалась обработка посевов комбинированным препаратом системного действия «Колосаль Про» в дозе 0,5 л/га, прибавка урожайности составила 0,26 т/га или 76 %.

По результатам двухлетних исследований защиту посевов овсяницы луговой от листостеблевых болезней следует считать целесообразной и перспективной для рекомендации производству.

Библиографический список

1. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика. М.: ООО «Издательство Агрорус», 2009. Т. 2. 1098 с.
2. Шамсутдинов З. Ш. Селекция кормовых культур: достижения и задачи // Сельскохозяйственная биология. 2014. Т. 49. № 6. С. 36–45. DOI: 10.15389/agrobiology.2014.6.36rus.
3. Дегунова Н. Б., Данилова Ю. Б., Шкодина Е. П. Перспективы использования кормовых культур для создания зеленых конвейеров в условиях Новгородской области // Научный альманах. 2015. № 6 (8). С. 169–177.
4. Дегунова Н. Б., Шкодина Е. П. Агроэкосистемы с многолетними травами в кормопроизводстве Новгородской области // Владимирский земледелец. 2017. № 3 (81). С. 17–20.
5. Золотарев В. Н., Переprawo Н. И. Агробиологические особенности сортов диплоидной и тетраплоидной овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds.) при возделывании на семена и газонном использовании // Адаптивное кормопроизводство. 2016. № 3. С. 53–68.
6. Золотарев В. Н., Переprawo Н. И., Комахин П. И., Анисимов А. А. Особенности формирования высокопродуктивных семенных травостоев овсяницы луговой пастбищно-сенокосного типа в условиях суходола и поймы // Кормопроизводство. 2018. № 9. С. 17–25.
7. Кулаков В. А., Щербаков М. Ф. Продуктивность травосмесей на основе овсяницы луговой // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 5. С. 39–40.
8. Дьяченко О. В., Дронов, А. В., Слезко Е. И. Возделывание многолетних травосмесей как способ эффективного обеспечения кормопроизводства Брянской области // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 6 (58). С. 29–33.
9. Поздняков В. А., Ковалева Н. В. Особенности выращивания новых сортов многолетних трав селекции ЛНИИСХ «Белогорка» // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2017. № 92. С. 121–126.
10. Щанникова М. А., Тебердиев Д. М., Юферева Н. И. Оценка видов и сортов злаковых трав для создания газонов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сборник научных трудов. М., 2015. С. 206–211.
11. Косолапов В. М., Чесноков Ю. В. Возможные экологические риски при коммерческом выращивании кормовых трансгенных культур // Физиология растений. 2015. Т. 62. № 2. С. 155–166. DOI: 10.7868/S0015330315020086.
12. Yorgensen M., Yunttila O. Competition between meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) and timothy (*Phleum pratense* L.) at tree levels of nitrogen fertilization, during three growing seasons. // Journal of Agronomy and Crop Science. 1994. Vol. 173. No. 5. Pp. 326–337.
13. Zimmermann M., Nosberger Y. Effect of management intensities and sward structures on dry-matter production of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) in permanent grassland // Journal of Agronomy and Crop Science. 1999. Vol. 182. No. 3. Pp. 145–152.

14. Carlen C., Kolliker R., Nosberger Y. Dry matter allocation and nitrogen productivity explain growth responses to photoperiod and temperature in forage grasses // *Oecologia*. 1999. Vol. 121. No. 4. Pp. 441–446.
15. Лукиных Г. Л., Луганская С. Н. Морфобиологическая характеристика многолетних злаковых трав, используемых для создания газонов в условиях Среднего Урала: методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения. Екатеринбург, 2010. 36 с.
16. Шамсутдинов З. Ш., Косолапов В. М., Шамсутдинова Э. З., Благоразумова М. В., Шамсутдинов Н. З. О концепции экологической ниши и ее роли в практике конструирования адаптивных аридных пастбищных агроэкосистем // *Сельскохозяйственная биология*. 2018. Т. 53. № 2. С. 270–281. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.2.270rus.
17. Нагибин А. Е., Тормозин М. А., Зырянцева А. А. Травы в системе кормопроизводства Урала: монография. Екатеринбург: ИПП Уральский рабочий, 2018. 784 с.
18. Государственный реестр селекционных достижений [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr.gossortrf.ru> (дата обращения: 30.06.2020).
19. Золотарев В. Н., Катков В. А., Чекмарев П. А. Культура райграса однолетнего. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 332 с.
20. Золотарев В. Н., Лебедева Н. Н. Дифференцированное применение минеральных удобрений на семенных посевах тетраплоидной овсяницы луговой // *Достижения науки и техники АПК*. 2013. № 2. С. 13–16.
21. Гайсин И. А., Пахомова В. М. Полифункциональные хелатные микроудобрения. Казань, 2016. 315 с.
22. Золотов А. А., Хисматуллин М. М. Улучшение и использование природных сенокосов и пастбищ Среднего Поволжья: монография. Казань: «Зур Казан», 2014. 266 с.
23. Улучшение и использование пойменных лугов: монография / А. А. Зотов, М. М. Хисматуллин, В. М. Косолапов, Н. В. Панферов, Д. М. Тебердиев, И. А. Трофимов, А. В. Шевцов. М.: Россельхозакадемия, 2013. 690 с.
24. Сафиоллин Ф. Н., Галиев К. Х. Клевер луговой: на корм и семена. – Казань, 2005. 228 с.
25. Хисматуллин М. М., Хисматуллин М. М., Сафиоллин Ф. Н. Практические приемы частичной замены минеральных удобрений листовой подкормкой многолетних трав на серых лесных почвах Среднего Поволжья // *Кормопроизводство*. 2019. № 7. С. 12–18.
26. Беляк В. Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приемами (теория и практика). Пенза, 1998. 150 с.
27. Khismatullin M. M. Alternative sources of fertilizer nutrition elements of perennial grasses in gray forest soils of Tatarstan Republic // *Sciences of Europe*. Praha, Czech Republic. 2018. Vol. 2. No. 33. Pp. 9–13.
28. Safiollin F. N., Khismatullin M. M., Khismatullin M. M. Biological nitrogen accretion in gray forest soil of Tatarstan Republic depending on the mineral nutrition level of a single or multi alfalfa (*Medicago sativa* L.) Agrocoenosis. // *Sciences of Europe the European scientific community*. Praha, Czech Republic. 2016. Vol. 1. No. 8 (8). Pp. 59–62.
29. Хисматуллин М. М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы – составная часть органического земледелия Республики Татарстан // *Вестник Казанского ГАУ*. 2019. № 2 (53). С. 64–67.
30. Государственный реестр селекционных достижений (сорта растений). Сорт Надежда [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9902040> (дата обращения: 20.06.2020).
31. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
32. Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав / М. А. Смурыгин [и др.]. М., 1986. 135 с.

Об авторах:

Максим Александрович Тормозин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом селекции и семеноводства многолетних трав; +7 922 114-10-28, tormozinma@mail.ru

Александр Васильевич Беляев¹, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства многолетних трав, ORCID 0000-0002-7683-2183, AuthorID 169660; +7 963 046-49-97, av.belyev@mail.ru

Елена Михайловна Тихолаз¹, младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства многолетних трав, ORCID 0000-0002-6233-8846, AuthorID 927387; +7 982 766-79-49, tiholaz.lena@yandex.ru

¹ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра УрО РАН

Influence of vegetation treatment with growth stimulants and protection agents on seed productivity of meadow fescue *Nadezhda*

M. A. Tormozin¹✉, A. B. Belyaev¹, E. M. Tikholaz¹

¹ Research Institute of Agriculture – a branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

✉ E-mail: tormozinma@mail.ru

Abstract. The article provides information about the yield, development of leaf-stem diseases, as well as the biological effectiveness of drugs on meadow fescue crops. The **purpose** of research is to study the influence of protective agents and growth stimulants that provide the most complete realization of the potential of seed productivity of meadow fescue. After applying

protection products, crop structure for 2018–2019 Treatment of plants for vegetation in the phase of entering the tube – the beginning of earing, the following drugs were used: “Fitolavin” – 1.5 l/ha; “Lariksini” – 50 g/ha; “Kolosal’ Pro” – 0.5 l/ha; “Strekar” – 1.5 l/ha; “Fitolavin” – 1.5 l/ha + “Kolosal’ Pro” – 0.5 l/ha. **Research methodology and methods.** The experience consists of 18 plots. The total area of one plot is 42 m², the accounting area of one plot is 28 m². Plots are placed – blockwise, repetitions are randomized, the repetition is 3-fold. Observations and studies were conducted according to the generally accepted methodology. Meteorological conditions in 2018–2019 significantly varied from the long-term average. The hydrothermal coefficient (GTC) for the growing season in 2018 was 1.4; in 2019, it was 1.77, which is higher than the long – term average (1.57). **Results.** The development of the disease on average for all tiers of leaves for two years (2018–2019) in the control was 23.7 %, the prevalence – 67.5 %. In the variants with fungicides and biologics, the development and prevalence of leaf-stem diseases ranged from 9.4 to 17.4 % and from 32.4 to 56.5 %, respectively. The use of plant protection products led to a decrease in the development of diseases by 1.4–2.5 times (by 6.3–14.3 %), and the prevalence – by 1.2–2.1 times (by 11.0–35.1 %). The biological effectiveness of plant protection products ranged from 26.6 to 60.3 %. The applied preparations on average for two years of research provided a reliable increase in seed yield from 0.11 to 0.26 t/ha (from 32 to 76 %). **Scientific novelty.** The increase in seed productivity according to two-year data (2018–2019) was obtained due to a significant increase in all components of the yield structure.

Keywords: meadow fescue, herbage, seed productivity, variety, seed yield, growth stimulants.

For citation: Tormozin M. A., Belyaev A. V., Tikholaz E. M. Vliyanie obrabotki rasteniy po vegetatsii stimulyatorami rosta i sredstvami zashchity na semennuyu produktivnost’ ovsyaniy lugovoy sorta Nadezhda [Influence of vegetation treatment with growth stimulants and protection agents on seed productivity of meadow fescue Nadezhda] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 11 (202). Pp. 28–36. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-28-36. (In Russian.)

Paper submitted: 30.07.2020.

References

1. Zhuchenko A. A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy): teoriya i praktika [Adaptive crop production (ecological and genetic basis): theory and practice]. Moscow: OOO “Izdatel’stvo Agrorus”, 2009. T. 2. 1098 p. (In Russian.)
2. Shamsutdinov Z. Sh. Selektsiya kormovykh kul’tur: dostizheniya i zadachi [Breeding of forage crops: achievements and challenges] // Agricultural biology. 2014. T. 49. No. 6. Pp. 36–45. DOI: 10.15389/agrobology.2014.6.36rus. (In Russian.)
3. Degunova N. B., Danilova Yu. B., Shkodina E. P. Perspektivy ispol’zovaniya kormovykh kul’tur dlya sozdaniya zelenykh konveyerov v usloviyakh Novgorodskoy oblasti [Prospects for using forage crops to create green conveyors in the Novgorod region] // Nauchnyy al’makh. 2015. No. 6 (8). Pp. 169–177. (In Russian.)
4. Degunova N. B., Shkodina E. P. Agroekosistemy s mnogoletnimi travami v kormoproizvodstve Novgorodskoy oblasti [Agroecosystems with perennial grasses in the feed production of the Novgorod region] // Vladimirskiy zemledelets. 2017. No. 3 (81). Pp. 17–20. (In Russian.)
5. Zolotarev V. N., Perepravo N. I. Agrobiologicheskie osobennosti sortov diploidnoy i tetraploidnoy ovsyaniy lugovoy (Festuca pratensis Huds.) pri vozdeleyvanii na semena i gazonom ispol’zovanii [Agrobiological features of varieties of diploid and tetraploid meadow fescue (Festuca pratensis Huds.) when cultivated for seeds and lawn use] // Adaptive Fodder Production. 2016. No. 3. Pp. 53–68. (In Russian.)
6. Zolotarev V. N., Perepravo N. I., Komakhin P. I., Anisimov A. A. Osobennosti formirovaniya vysokoproduktivnykh semen-nykh travostoev ovsyaniy lugovoy pastbishchno-senokosnogo tipa v usloviyakh sukhodola i poymy [Features of formation of highly productive seed stands of meadow fescue pasture-hay type in the conditions of dry land and floodplain] // Kormoproizvodstvo. 2018. No. 9. Pp. 17–25. (In Russian.)
7. Kulakov V. A., Shcherbakov M. F. Produktivnost’ travosmesey na osnove ovsyaniy lugovoy [Productivity of grass mixtures based on meadow fescue] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2008. No. 5. Pp. 39–40. (In Russian.)
8. D’yachenko O. V., Dronov A. V., Slezko E. I. Vozdeleyvanie mnogoletnikh travosmesey kak sposob effektivnogo obespecheniya kormoproizvodstva Bryanskoy oblasti [Cultivation of perennial grass mixtures as a way to effectively ensure feed production in the Bryansk region] // Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel’skokhozyaystvennoy akademii. 2016. No. 6 (58). Pp. 29–33. (In Russian.)
9. Pozdnyakov V. A., Kovaleva N. V. Osobennosti vyrashchivaniya novykh sortov mnogoletnikh trav selektzii LNIISKH “Belogorka” [Features of cultivation of new varieties of perennial grasses breeding Leningrad Research Institute of Agriculture “Belogorka”] // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktii rastenievodstva i zhivotnovodstva. 2017. No. 92. Pp. 121–126. (In Russian.)
10. Shchannikova M. A., Teberdiev D. M., Yufereva N. I. Otsenka vidov i sortov zlakovykh trav dlya sozdaniya gazonov [Evaluation of types and varieties of grasses for creating lawns] // Mnogofunktsional’noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: sbornik nauchnykh trudov. Moscow, 2015. Pp. 206–211. (In Russian.)
11. Kosolapov V. M., Chesnokov Yu. V. Vozmozhnye ekologicheskie riski pri kommercheskom vyrashchivani kormovykh transgennykh kul’tur [Possible environmental risks in commercial cultivation of forage transgenic crops] // Fiziologiya rasteniy. 2015. T. 62. No. 2. Pp. 155–166. DOI: 10.7868/S0015330315020086. (In Russian.)
12. Yorgensen M., Yunttila O. Competition between meadow fescue (Festuca pratensis Huds.) and timothy (Phleum pratense L.) at tree levels of nitrogen fertilization, during three growing seasons. // Journal of Agronomy and Crop Science. 1994. Vol. 173. No. 5. Pp. 326–337.

13. Zimmermann M., Nosberger Y. Effect of management intensities and sward structures on dry-matter production of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) in permanent grassland // *Journal of Agronomy and Crop Science*. 1999. Vol. 182. No. 3. Pp. 145–152.
14. Carlen C., Kolliker R., Nosberger Y. Dry matter allocation and nitrogen productivity explain growth responses to photoperiod and temperature in forage grasses // *Oecologia*. 1999. Vol. 121. No. 4. Pp. 441–446.
15. Lukinykh G. L., Luganskaya S. N. Morfobiologicheskaya kharakteristika mnogoletnikh zlakovykh trav, ispol'zuemykh dlya sozdaniya gazonov v usloviyakh Srednego Urala: metodicheskoe posobie dlya studentov ochnoy i zaochnoy form obucheniya [Morphobiological characteristics of perennial grasses used for creating lawns in the Middle Urals: methodological guide for full-time and part-time students]. Ekaterinburg, 2010. 36 p. (In Russian.)
16. Shamsutdinov Z. Sh., Kosolapov V. M., Shamsutdinova E. Z., Blagorazumova M. V., Shamsutdinov N. Z. O kontseptsii ekologicheskoy nishi i ee roli v praktike konstruirovaniya adaptivnykh aridnykh pastbishchnykh agroekosistem [On the concept of ecological niche and its role in the practice of designing adaptive arid pasture agroecosystems] // *Agricultural biology*. 2018. T. 53. No. 2. Pp. 270–281. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.2.270rus. (In Russian.)
17. Nagibin A. E., Tormozin M. A., Zyryantseva A. A. Travy v sisteme kormoproizvodstva Urala: monografiya [Herbs in the system of forage production in the Urals: monography]. Ekaterinburg: IPP Ural'skiy rabochiy, 2018. 784 p. (In Russian.)
18. Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy [State register of selection achievements] [e-resource]. URL: <https://reestr.gossortrf.ru> (appeal date: 30.06.2020). (In Russian.)
19. Zolotarev V. N., Katkov V. A., Chekmarev P. A. Kul'tura raygrasa odnoletnego [Culture of annual ryegrass]. M.: FGNU "Rosinformagrotekh". 2010. 332 p. (In Russian.)
20. Zolotarev V. N., Lebedeva N. N. Differentsirovannoe primeneniye mineral'nykh udobreniy na semennykh posevakh tetraploidnoy ovsyaniy lugovoy [Differentiated application of mineral fertilizers on seed crops of tetraploid meadow fescue] // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2013. No. 2. Pp. 13–16. (In Russian.)
21. Gaysin I. A., Pakhomova V. M. Polifunktsional'nye khelatnye mikroudobreniya [Multifunctional chelated microfertilizers]. Kazan, 2016. 315 p. (In Russian.)
22. Zolotov A. A., Khismatullin M. M. Uluchsheniye i ispol'zovanie prirodnnykh senokosov i pastbishch Srednego Povolzh'ya: monografiya [Improvement and use of natural hayfields and pastures in the Middle Volga region: monography] Kazan: "Zur Kazan", 2014. 266 p. (In Russian.)
23. Uluchsheniye i ispol'zovanie poymennykh lugov: monografiya [Improvement and use of floodplain meadows: monography] / A. A. Zotov, M. M. Khismatullin, V. M. Kosolapov, N. V. Panferov, D. M. Teberdiev, I. A. Trofimov, A. V. Shevtsov. Moscow: Rossel'khozakademiya, 2013. 690 p. (In Russian.)
24. Safiollin F. N., Galiev K. Kh. Klever lugovoy: na korm i semena [Meadow clover: for food and seeds]. Kazan, 2005. 228 p. (In Russian.)
25. Khismatullin M. M., Khismatullin M. M., Safiollin F. N. Prakticheskie priemy chastichnoy zameny mineral'nykh udobreniy listvoy podkormkoy mnogoletnikh trav na serykh lesnykh pochvakh Srednego Povolzh'ya [Practical methods of partial replacement of mineral fertilizers with leaf feeding of perennial grasses on gray forest soils of the Middle Volga region] // *Kormoproizvodstvo*. 2019. No. 7. Pp. 12–18. (In Russian.)
26. Belyak V. B. Intensifikatsiya kormoproizvodstva biologicheskimi priemami (teoriya i praktika) [Intensification of feed production by biological methods (theory and practice)]. Penza, 1998. 150 p. (In Russian.)
27. Khismatullin M. M. Alternative sources of fertilizer nutrition elements of perennial grasses in gray forest soils of Tatarstan Republic // *Sciences of Europe*. Praha, Czech Republic. 2018. Vol. 2. No. 33. Pp. 9–13.
28. Safiollin F. N., Khismatullin M. M., Khismatullin M. M. Biological nitrogen accretion in gray forest soil of Tatarstan Republic depending on the mineral nutrition level of a single or multi alfalfa (*Medicago Varita*) Agrocoenosis. // *Sciences of Europe the European scientific community*. Praha, Czech Republic. 2016. Vol. 1. No. 8 (8). Pp. 59–62.
29. Khismatullin M. M. Bobovye i bobovo-zlakovye mnogoletnie travy – sostavnaya chast' organicheskogo zemledeliya Respubliki Tatarstan [Legumes and leguminous-cereal perennial grasses are an integral part of organic farming in the Republic of Tatarstan] // *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2019. No. 2 (53). Pp. 64–67. (In Russian.)
30. Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy (sorta rasteniy). Sort Nadezhda [State register of selection achievements (plant varieties). Grade Nadezhda] [e-resource]. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9902040> (appeal date: 20.06.2020). (In Russian.)
31. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moscow: Kolos, 1985. 351 p. (In Russian.)
32. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v semenovodstve mnogoletnikh trav [Guidelines for conducting research in the seed production of perennial grasses] / M. A. Smurygin, et al. Moscow, 1986. 135 p. (In Russian.)

Authors' information:

Maksim A. Tormozin¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the department of breeding and seed production of perennial grasses, ORCID 0000-0001-9108-4518, AuthorID 754229; +7 922 114-10-28, tormozinma@mail.ru

Aleksandr V. Belyaev¹, senior researcher of the department of breeding and seed production of perennial grasses, ORCID 0000-0002-7683-2183, AuthorID 169660; +7 963 046-49-97, av.belyev@mail.ru

Elena M. Tikholaz¹, junior researcher of the department of breeding and seed production of perennial grasses, ORCID 0000-0002-6233-8846, AuthorID 927387; +7 982 766-79-49, tikholaz.lena@yandex.ru

¹ Research Institute of Agriculture – a branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences