

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИДЕРАТОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ
НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ****А.А. Завалин, С.И. Новоселов, Р.В. Еремеев, Ф.Ш. Фасхутдинов**

Реферат. Представлены результаты исследований по изучению эффективности сидеральных удобрений. Установлено, что наибольшее содержание азота, фосфора и калия было в растениях озимой ржи выращиваемых с использованием укосного и полного сидератов. Минимальное содержание элементов питания было в растениях озимой ржи выращиваемых по занятому пару. Максимальная урожайность зерна была получена при возделывании озимой ржи по чистому пару с применением укосного сидерата и сидеральному пару. На не удобренном фоне она составила соответственно 3,27 т/га и 3,25 т/га, а на удобренном 4,12 т/га и 4,08 т/га. Зерно с данных вариантов имело максимальное содержание сырого белка. По эффективности действия на урожайность и качество зерна озимой ржи укосный сидерат не уступал полному сидеральному удобрению. Изучение применения сидератов в подсевной форме показало, что за осенний период наибольшую биомассу накапливали горох и горчица, а наименьшую рапс. Наибольшее количество азота 33 кг/га накапливалось в биомассе гороха, а фосфора 6 кг/га и калия 36 кг/га биомассой горчицы белой. Наименьшее количество питательных веществ накапливалось в биомассе рапса. Подсев сидеральных культур положительно влиял на формирование урожайности и повышение качества зерна озимой ржи. Урожайность озимой ржи, выращенной без подсева сидератов и без подкормки составила 2,32 т/га. Прибавка на варианте с подсевной викой составила 0,47 т/га, с подсевной горчицей - 0,37 т/га и с подсевным горохом - 0,40 т/га. Подсев ярового рапса не привел к достоверной прибавке урожая озимой ржи. Азотная подкормка озимой ржи в фазу весеннего кущения обеспечила повышение урожайности зерна на 0,62 т/га. На фоне с подкормкой подсев вики обеспечил прибавку урожая зерна 0,48 т/га, горчицы белой – 0,39 т/га, гороха посевного – 0,32 т/га. Достоверной прибавки от подсева ярового рапса получено не было.

Ключевые слова: предшественники, подсевные сидераты, озимая рожь, урожай, качество зерна.

Для цитирования: Завалин А.А., Новоселов С.И., Еремеев Р.В., Фасхутдинов Ф.Ш. Эффективность сидератов в земледелии Нечерноземья // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №3 (11). С. 20-27

Ведение. Почвенный покров Нечерноземной зоны в основном представлен дерново-подзолистыми почвами. Они обладают кислой реакцией среды, низким содержанием гумуса и элементов питания [1, 2, 3]. Получение на таких почвах стабильных урожаев хорошего качества возможно только при регулярном внесении органических и минеральных удобрений [4, 5, 6]. В условиях острого дефицита традиционных органических удобрений, таких как навоз, компосты возникает необходимость поиска новых источников органического вещества и эффективных способов использования имеющихся органических удобрений. Одним, из которых является применение сидератов [7, 8, 9]. Зеленые удобрения обеспечивают поступление в почву органического вещества, активизируют в ней микробиологические процессы, улучшают ее агрохимические и физико-химические свойства [10, 11, 12]. Сравнительная дешевизна и высокая эффективность сидератов обеспечивают снижение себестоимости продукции и повышение рентабельности производства [13, 14, 15]. Для эффективного использования сидератов необходимо знание закономерностей их действия на свойства почвы и формирование величины и качества урожая в зависимости от почвенно-климатических условий [16, 17, 18]. Выявление эффективных методов и способов использования сидератов является важной народнохозяйственной задачей.

Цель исследований - изучение влияния

сидеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой ржи.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили методами полевого опыта и лабораторных исследований. Полевые опыты по изучению эффективности способов использования викоовсяного сидерата проводили в 2002 – 2005 года на опытном поле Марийского государственного университета в совхозе «Пригородный» Медведевского района Республики Марий Эл, а эффективность подсевных сидератов в 2017-2020 года на территории землепользования 3-го отделения ЗАО ПЗ «Семеновский», в условиях дерново-подзолистой почвы. Лабораторные исследования проводили в агрохимической лаборатории кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений Марийского государственного университета.

Исследуемой культурой была озимая рожь.

В опыте №1 предшественниками озимой ржи были – чистый пар, чистый пар с внесением укосного сидерата, занятый и сидеральный пары. В занятом и сидеральном пару возделывали вико-овсяную смесь. Зеленая масса с занятого пара использовалась в качестве укосного сидерата. Повторность вариантов в опыте трёхкратная. Размещение вариантов систематическое. Общая площадь делянки 90 м², учётная 52 м².

Схема опыта №1:

Фактор А – предшественники:

А1 – чистый пар;

A2 – чистый пар + укосный сидерат;
 A3 – занятый пар;
 A4 – сидеральный пар.
 Фактор В – удобрения:
 B1 – без удобрений;
 B2 – N₉₀P₆₀K₉₀ на получение 4 т зерна с 1 га.

Удобрения вносили согласно схеме опыта вручную: N₆₀P₆₀K₉₀ под основную обработку почвы и N₃₀ в весеннюю подкормку.

В опыте №2 предшественником была вико-овсяная смесь на силос. Общая площадь опытной делянки составляла 140 м², учетная площадь – 108 м². Агротехника возделывания озимой ржи была рекомендуемой для зоны.

Схема опыта №2:

Фактор А – весенняя подкормка азотом в дозе N₃₀:

A1 – без подкормки;

A2 – с подкормкой. Подкормка проводилась в весеннее кушение аммиачной селитрой.

Фактор В – подсевной сидерат:

B1 – контроль;

B2 – горох посевной;

B3 – горчица белая;

B4 – вика яровая;

B5 – рапс яровой.

Подсев яровых сидератов проводили в день посева озимой ржи.

Результаты и обсуждение. Условия питания растений являются одним из определяющих факторов в формировании величины и качества урожая сельскохозяйственных культур. Улучшение условий питания обеспечивает активизацию биохимических процессов и рост продуктивности. Контроль содержания элементов питания в растениях показал, что предшественники и минеральные удобрения изменяли содержание азота, фосфора и калия в надземной массе озимой ржи (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика содержания азота, фосфора и калия в растениях озимой ржи, (% на сухое вещество, в среднем за 2018-2020 годы)

Предшественник	Кушение			Выход в трубку			Колошение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений									
Чистый пар	3,5	1,4	2,9	2,7	1,2	2,3	1,5	0,8	1,7
Чистый пар + укосный сидерат	3,9	1,6	3,0	3,0	1,3	2,6	2,0	0,9	1,9
Занятый пар	3,4	1,5	2,8	2,6	1,1	2,3	1,4	0,7	1,6
Сидеральный пар	3,8	1,7	3,1	3,0	1,3	2,8	2,0	0,9	2,1
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀									
Чистый пар	4,2	1,7	3,0	3,0	1,3	2,7	1,9	0,9	2,1
Чистый пар + укосный сидерат	4,3	1,9	3,3	3,5	1,5	2,9	2,4	1,1	2,3
Занятый пар	4,0	1,7	2,9	3,0	1,2	2,6	1,8	0,8	1,9
Сидеральный пар	4,3	1,8	3,3	3,5	1,5	3,0	2,3	1,1	2,3

В период весеннего кушения концентрация азота в растениях озимой ржи, выращиваемых без удобрений по чистому пару, составляла 3,5%, а с внесением укосного сидерата повысилась до 3,9%. Содержание азота в растениях озимой ржи, выращиваемых по сидеральному пару, составило 3,8%, а по занятому пару 3,4%. На фоне минеральных удобрений обеспеченность растений азотом была выше. В надземной массе озимой ржи, выращиваемой по чистому пару, содержание азота возросло до 4,2%, а по сидеральному пару до 4,3%. Такое же количество азота имели растения озимой ржи, выращиваемые с внесением укосного сидерата. Наименьшее содержание азота 4,0% имели растения, выращиваемые на данном фоне по занятому пару. В данную фазу максимальное содержание фосфора и калия в растениях, было при выращивании озимой ржи с использованием укосного и полного сидерата. В растениях, выращенных без удобрений, фосфора соответственно содержалось 1,6% и 1,7%, а калия 3,0% и 3,1%. На удобренном фоне содержание фосфора возросло соответственно до 1,9 % и 1,8%, а калия до 3,3% (табл. 1).

В фазы выхода в трубку и колошения содержание элементов питания в растениях снизилось. Наибольшее содержание азота, фосфора и калия имели растения озимой ржи выращиваемые с использованием укосного и полного сидерата. Минимальное содержание элементов питания было в растениях озимой ржи выращиваемых по занятому пару.

Проведенные расчеты показали, что к фазе весеннего кушения растения озимой ржи, выращиваемые на не удобренном фоне, из укосного и полного сидерального удобрения использовали по 11 кг/га азота. На удобренном фоне потребление азота из сидератов возросло и соответственно составило 15 кг/га и 19 кг/га. Потребление фосфора растениями озимой ржи, выращиваемыми на не удобренном фоне, из укосного и полного сидерального удобрения составило соответственно 4 кг/га и 6 кг/га, а на удобренном фоне по 9 кг/га. Потребление калия озимой рожью на не удобренном фоне из укосного и полного сидерального удобрения составило соответственно 6 кг/га и 8 кг/га. На удобренном фоне потребление калия из сидератов было больше и соответственно составило 15 и 18 кг/га (табл.2).

АГРОНОМИЯ

В фазу выхода в трубку количество поглощенного озимой рожью азота из укосного и полного сидерата на не удобренном фоне составило 14 кг/га и 20 кг/га, а на удобренном 34 кг/га и 28 кг/га соответственно. На не удобренном фоне потребление фосфора из укосного и полного сидерата соответственно возросло до 5 кг/га и 8 кг/га калия до 13 кг/га и 23 кг/га, а на фоне с удобрениями фосфора до 15 кг/га и 12 кг/га, а калия до 23 кг/га и 21 кг/га. Усвоение азота озимой рожью за период от кущения до выхода в трубку по вариантам составило от 3 кг/га до 19 кг/га, фосфора от 1 кг/га до 6 кг/га и калия от 3 кг/га до 15 кг/га. В период интенсивного нарастания биомассы от выхода в трубку до колошения растениями озимой ржи продолжалось поглощение питательных веществ из сидеральных удобрений в значительных количествах. На не удобренном

фоне вынос растениями азота из укосного сидерата составил 33 кг/га, а из полного сидерального удобрения 34 кг/га. На удобренном фоне эти показатели были выше и соответственно составили 46 и 41 кг/га. Вынос фосфора на не удобренном фоне из укосного сидерата составил 8 кг/га, а из полного сидерального удобрения 9 кг/га. На удобренном фоне эти показатели возросли и соответственно составили 19 и 20 кг/га. Количество поглощенного озимой рожью калия на не удобренном фоне из укосного сидерата составило 17 кг/га азота, а из полного сидерата 29 кг/га. На удобренном фоне эти показатели соответственно составили 25 кг/га и 27 кг/га. Таким образом за период от выхода в трубку до колошения озимой рожью было поглощено из сидеральных удобрений азота от 12 кг/га до 19 кг/га, фосфора от 1 кг/га до 8 кг/га и калия от 2 кг/га до 6 кг/га (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика выноса азота, фосфора и калия растениями озимой ржи из сидеральных удобрений, (кг/га, в среднем за 2018-2020 года)

Сидеральное удобрение	Кущение			Выход в трубку			Колошение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений									
Укосное сидеральное удобрение	11	4	6	14	5	13	33	8	17
Полное сидеральное удобрение	11	6	8	20	8	23	34	9	29
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀									
Укосное сидеральное удобрение	15	9	15	34	15	23	46	19	25
Полное сидеральное удобрение	19	9	18	28	12	21	41	20	27

Обеспеченность растений элементами питания является важнейшим фактором в формировании величины и качества урожая. Разная обеспеченность растений элементами питания отразилась на формировании урожайности и качестве

зерна озимой ржи. В проведенных исследованиях в среднем за три года минимальная урожайность зерна 2,87 т/га была получена при выращивании озимой ржи по занятому пару без внесения минеральных удобрений (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность и качество зерна зимой ржи, (в среднем за 2018-2020 года)

Вариант	Урожайность, т/га	Сырой белок, %	Число падения, с	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
Без удобрений					
Чистый пар	3,04	12,5	258	25,1	657
Чистый пар + укосный сидерат	3,27	12,7	252	25,6	652
Занятый пар	2,87	11,4	280	24,7	658
Сидеральный пар	3,25	12,7	251	25,4	652
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀					
Чистый пар	3,95	13,5	233	26,1	648
Чистый пар + укосный сидерат	4,12	14,1	222	26,6	645
Занятый пар	3,76	13,2	236	25,5	650
Сидеральный пар	4,08	14,1	212	26,6	644
НСР ₀₅ (предшественник)	0,10	0,5	-	0,3	6,0
НСР ₀₅ (НРК)	0,09	0,5	-	0,5	7,0

Выращивание озимой ржи по чистому пару обеспечило получение в среднем 3,04 т/га. Наибольшая урожайность зерна на не удобренном минеральными удобрениями фоне была получена при возделывании озимой ржи по чистому пару с применением укосного сидерата 3,27 т/га и сидеральному пару 3,25 т/га. Таким образом, запахивание полного сидерата и укосного сидерата обеспечивало получение практически одинаковой урожайности озимой ржи. На фоне с внесением минеральных удобрений урожайность зерна озимой ржи была выше. Выращивание озимой ржи по занятому пару обеспечило получение 3,76 т/га зерна, по чистому пару – 3,95 т/га, а по сидеральному пару и чистому пару с внесением укосного сидерата соответственно 4,08 т/га и 4,12 т/га (табл. 3).

Условия питания озимой ржи следующим образом влияли на качество зерна. Минимальное содержание сырого белка в зерне 11,4% было получено при возделывании озимой ржи по занятому пару без внесения удобрений (табл. 3). Зерно озимой ржи выращенной по чистому пару содержало сырого протеина 12,5%, а по чистому пару с применением укосного сидерата и по сидеральному пару по 12,7%. На фоне внесения расчетных доз удобрений содержание сырого белка в зерне озимой ржи было выше. Возделывание озимой ржи на данном фоне по сидеральному пару и с внесением укосного сидерата повысило содержание сырого белка в зерне до 14,1%. В зерне озимой ржи, выращенной по чистому пару и занятому пару, содержание сырого протеина соответственно составило 13,5% и 13,2 %.

Натура является важным показателем качества зерна. Чем больше натурная масса, тем больше в зерне содержится эндосперма и меньше оболочек. Как показали анализы на величину натуры зерна озимой ржи предшественники существенным образом не влияли, а минеральные удобрения снижали значения данного показателя. Натурная масса зерна озимой ржи, выращенной без применения минеральных удобрений составляла 652-658 г/л, а при применении минеральных удобрений 644-650 г/л.

Условия питания озимой ржи влияли на массу 1000 зерен. С улучшением условий питания озимой ржи масса 1000 зерен

возрастала. На фоне без применения минеральных удобрений зерно с наибольшей массой 1000 зерен 25,6 г и 25,4 г было получено при выращивании озимой ржи соответственно с использованием укосного и полного сидерата. Зерно с наименьшей массой 1000 зерен 24,7 г было получено при выращивании озимой ржи по занятому пару. На фоне с внесением расчетных доз удобрений было получено зерно с массой 1000 зерен от 25,5 г до 26,6 г. Зерно с наибольшей массой 1000 зерен 26,6 г было получено при выращивании озимой ржи по чистому пару с применением укосного сидерата и сидеральному пару, а с наименьшей – 25,5 г по занятому пару.

Хлебопекарные качества зерна озимой ржи оцениваются по числу падения. Оно показывает вязкость крахмального клейстера. В зерне, выращенном на фоне без минеральных удобрений число падений было выше по сравнению с удобренным фоном. Максимальное значение числа падений 280 с имело зерно озимой ржи выращенной на не удобренном фоне по занятому пару, а минимальное 212 с на фоне удобрений с использованием полного сидерата (табл. 3).

Таким образом, применение сидеральных удобрений положительно влияло на формирование урожайности и качества зерна озимой. По эффективности действия на урожайность и качество зерна озимой ржи укосный сидерат не уступал полному сидеральному удобрению.

Изучение эффективности применения сидеральных удобрений в подсевной форме проводили в 2017-2022 годы. В день посева к озимой ржи подсевали яровые горох, горчицу, вику и рапс. За осенний период они накапливали от 5 до 10 ц/га сухой биомассы. Наибольшую биомассу накапливали горох и горчица, а наименьшую рапс. За зимний период биомасса сидератов почвенными микроорганизмами разлагалась, а питательные вещества переходили в доступную для озимой ржи форму. В среднем за три года наибольшее количество азота 33 кг/га накапливалось в биомассе гороха, а фосфора 6 кг/га и калия 36 кг/га биомассой горчицы белой. Наименьшее количество питательных веществ накапливалось в биомассе рапса (табл. 4).

Таблица 4 – Количество азота, фосфора и калия, накопленное биомассой сидератов, кг/га (в среднем за 2002-2004 года)

Подсевной сидерат (В)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Горох посевной	33	4	24
Горчица белая	29	6	36
Вика яровая	22	3	18
Рапс яровой	14	3	15

О положительном влиянии подсевных сидератов на питание озимой ржи свидетельствуют данные таблицы 5. На

контрольном варианте в растениях озимой ржи в фазу выхода в трубку содержание азота составляло 2,2%. В растениях озимой

АГРОНОМИЯ

ржи, выращиваемых с подсевом рапса и горчицы, содержание азота возросло до 2,5%, а с подсевом вики и гороха до 2,6%. На фоне с азотной подкормкой в растениях озимой ржи содержание азота было выше. В растениях, выращенных без подсева сидератов содержание азота составляло 3,5%. Максимальное содержание азота 3,9% имели растения озимой ржи, выращенные с подсевом гороха и 3,8% с подсевом вики.

В растениях озимой ржи, выращиваемых с подсевом рапса азота содержалось 3,6%, а с подсевом горчицы 3,7%. На содержание фосфора и калия в растениях озимой ржи подсеваемые сидераты существенно не влияли. На фоне без подкормки содержание фосфора в растениях озимой ржи составляло 0,51-0,53%, а калия 3,4-3,7%. На фоне с подкормкой соответственно 0,55-0,57% и 3,6-3,8% (табл. 5).

Таблица 5 – Содержания азота, фосфора и калия в растениях озимой ржи, (% на сухое вещество, фаза выхода в трубку, в среднем за 2003-2005 года)

Подсевной сидерат	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Фон 1 - без подкормки			
Контроль (без подсева)	2,2	0,51	3,4
Рапс яровой	2,5	0,51	3,4
Вика яровая	2,6	0,52	3,4
Горчица белая	2,5	0,51	3,6
Горох посевной	2,6	0,53	3,7
Фон 2 - с подкормкой N ₃₀			
Контроль (без подсева)	3,5	0,55	3,6
Рапс яровой	3,6	0,55	3,8
Вика яровая	3,8	0,57	3,8
Горчица белая	3,7	0,56	3,7
Горох посевной	3,9	0,57	3,8

Учет урожайности озимой ржи показал, что, подсев сидеральных культур положительно влиял на формирование урожайности зерна. Урожайность озимой ржи, выращенной без подсева сидератов и без подкормки составила 2,32 т/га. Подсев яровых вики, горчицы и гороха обеспечил достоверную прибавку урожая. Прибавка на варианте с подсевной викой составила 0,47 т/га, с подсевной горчицей - 0,37 т/га и с подсеваем горохом - 0,40 т/га. Подсев ярового рапса не приводил к достоверной прибавке урожая озимой ржи. Азотная подкормка озимой ржи в фазу весеннего кущения обеспечила повышение урожайности зерна на 0,62 т/га. Прибавки урожая зерна при применении подсева сидератов на фоне с подкормкой были получены от 0,32 т/га до 0,48 т/га. Подсев вики обеспечил прибавку зерна 0,48 т/га, горчицы белой - 0,39 т/га, гороха посевного - 0,32 т/га. Достоверной прибавки от подсева ярового рапса, как и на фоне без подкормки получено не было (табл. 6). Подсев сидеральных культур оказывал влияние на качество зерна озимой ржи. В зерне, выращенном на фоне без подкормки и без подсева сидератов, содержание сырого белка составило 8,6%. В зерне озимой ржи,

выращенной с подсевом гороха, содержание сырого белка повысилось до 8,7%, а с подсевом яровой вики - до 9,0%. На вариантах с подсевом рапса и горчицы содержание сырого протеина в зерне существенным образом не изменялось. Проведение весенней подкормки не оказало положительного влияния на содержание сырого белка в зерне озимой ржи. На фоне с подкормкой в варианте с подсевной викой было получено зерно озимой ржи с содержанием сырого протеина 9,1%. Максимальное содержание сырого белка 9,6% и 9,5% имело зерно, выращенное с подсевом соответственно гороха и горчицы. Подсев яровых культур к озимой ржи положительно сказался на увеличении массы 1000 зерен. На фоне 1 возрастание массы 1000 зерен по вариантам составило от 0,9 г с подсевом вики до 1,4 г с подсевом горчицы. Проведение подкормки положительно сказалось на увеличении массы 1000 зерен озимой ржи. В варианте без подсева сидератов было получено зерно с массой 1000 зерен 32,1 г. Подсев ярового рапса повысил массу 1000 зерен озимой ржи до 32,5 г, - вики до 33,1 г, - горчицы до 33,7 г, - гороха до 33,0 г.

АГРОНОМИЯ

Таблица 6 – Влияние подсевных сидератов на урожайность и качество зерна озимой ржи, (в среднем за 2003 – 2005 года)

Подсевной сидерат	Урожайность, т/га	Сырой белок, %	Масса 1000 зерен, г
Фон 1 - без подкормки			
Контроль (без подсева)	2,32	8,6	31,0
Рапс яровой	2,54	8,6	32,3
Вика яровая	2,79	9,0	31,9
Горчица белая	2,69	8,7	32,4
Горох посевной	2,72	8,9	32,2
Фон 2 - с подкормкой N ₃₀			
Контроль (без подсева)	2,94	8,5	32,1
Рапс яровой	3,13	8,4	32,5
Вика яровая	3,42	9,1	33,1
Горчица белая	3,33	9,5	33,7
Горох посевной	3,26	9,6	33,0
НСР ₀₅ (подсевной сидерат)	0,27	-	-
НСР ₀₅ (подкормка)	0,13	-	-

Выводы. Установлено, что наибольшее содержание азота, фосфора и калия было в растениях озимой ржи выращиваемых с использованием укосного и полного сидератов. Минимальное содержание элементов питания было в растениях озимой ржи выращиваемых по занятому полю. Максимальная урожайность зерна была получена при возделывании озимой ржи по чистому пару с применением укосного сидерата и сидеральному пару. На не удобренном фоне она составила соответственно 3,27 т/га и 3,25 т/га, а на удобренном 4,12 т/га и 4,08 т/га. Зерно с данных вариантов имело максимальное содержание сырого белка. По эффективности действия на урожайность и качество зерна озимой ржи укосный сидерат не уступал полному сидеральному удобрению. Изучение применения сидератов в подсевной форме показало, что за осенний период наибольшую биомассу накапливали горох и горчица, а наименьшую рапс. За осенний период наибольшее количество азота 33 кг/га накапливалось в биомассе гороха, а

фосфора 6 кг/га и калия 36 кг/га биомассой горчицы белой. Наименьшее количество питательных веществ накапливалось в биомассе рапса. Подсев сидеральных культур положительно влиял на формирование урожайности зерна. Урожайность озимой ржи, выращенной без подсева сидератов и без подкормки составила 2,32 т/га. Прибавка урожая зерна на варианте с подсевной викой составила 0,47 т/га, с подсевной горчицей - 0,37 т/га и с подсевным горохом - 0,40 т/га. Подсев ярового рапса не приводил к достоверной прибавке урожая озимой ржи. Азотная подкормка озимой ржи в фазу весеннего кущения обеспечила повышение урожайности зерна на 0,62 т/га. Прибавки урожая зерна при применении подсевных сидератов на фоне с подкормкой были получены от 0,32 т/га до 0,48 т/га. Подсев вики обеспечил прибавку урожая зерна 0,48 т/га, горчицы белой – 0,39 т/га, гороха посевного – 0,32 т/га. Достоверной прибавки от подсева ярового рапса получено не было.

Литература

1. Завалин А. А., Новоселов С.И. Биологические основы оптимизации азотного питания растений. М.: Агроконсалт, 1999. 96 с.
2. Научные основы использования зеленого удобрения в Волго-Вятском регионе / В. П. Заикин, В. В. Ивенин, Ф. П. Румянцев, С. Ю. Кривенков. Нижегород. гос. с.-х. академия. Нижний Новгород, 2004. 271 с.
3. Козлова Л. М., Денисова А. В. Промежуточные культуры в полевых севооборотах Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. №5 (42). С. 33-37. EDN: SMINUX
4. Лошаков В. Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв // Земледелие. 2007. №1. С. 11-13. EDN NYJQDZ.
5. Новоселов С. И., Горохов С. А., Иванов М. Н. Действие и последствие органических удобрений в севообороте // Агрехимия. 2013. № 8. С. 30-37. EDN RORDGR.
6. Новоселов С. И., Кузьминых А. Н., Толмачев Н. И. Сидераты в земледелии Нечерноземья. Йошкар-Ола: ФГБОУ ВО Марийский государственный университет, 2021. 175 с.

7. Эседулаев С. Т., Касаткин С. А. Использование сидеральных культур и их смесей при выращивании в Верхневолжье // *Земледелие*. 2021. № 6. С. 16–20. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-16-20>
8. Кузьминых А. Н., Новоселов С. И. Эффективность сидератов при освоении залежных земель Волго-Вятского региона. Йошкар-Ола: ФГБОУ ВО Марийский государственный университет, 2021. 175 с.
9. Эффективность применения навоза, биокomпостов и сидератов под овощные культуры / В. А. Борисов, О. Н. Успенская, А. А. Коломиец, И. Ю. Васючков // *Агрохимия*. 2023. № 2. С. 36–40. <https://doi.org/10.31857/S0002188123020059>
10. Довбан К. И. Экологические аспекты сидерации // *Химизация сельского хозяйства*. 1992. №4. С. 28–32.
11. Балабко П. Н., Сорокин А. Н., Синих Ю. Н. Влияние глубины заделки сидерата на фитосанитарное состояние посевов и урожайность культур // *Плодородие*. 2019. № 4 (109). С. 36–38. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2019.109.12>
12. Лошаков В. Г. Экологические и фитосанитарные функции зеленого удобрения // *Известия ТСХА*. 2018. № 5. С. 30–42. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2018-5-30-42>
13. Глушков В. В. Пожнивные сидеральные культуры и продуктивность ярового ячменя // *Плодородие*. 2013. № 4 (73). С. 39–40. EDN PGQHRZ.
14. Шашкаров Л. Г. Продуктивность донника желтого и качество урожая в зависимости от покровных культур в условиях Юго-Восточной части Волго-Вятской зоны. Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2019. 151 с.
15. Бахвалова С. А., Фёдорова А. В. Сидераты и урожайность яровой пшеницы // *Плодородие*. 2021. № 2 (119). С. 36–38. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.119.09>
16. Тиранов А. Б., Тиранова Л. В. Сидеральные и занятые пары в севооборотах // *Земледелие*. 2008. №4. С. 16–18. EDN JSBAEH.
17. Дзюин А. Г. Влияние сидеральных удобрений на содержание гумуса в почве // *Агрохимия*. 2024. № 1. С. 12–16. <https://doi.org/10.31857/80002188124010029>.
18. Гамзиков Г. П., Сулейманов С. З. Влияние биомассы растений на азотный режим серой лесной почвы и продуктивность полевых культур // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2020. № 4. С. 32–36. <https://doi.org/10.31857/S2500262720040080>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы не проводилось.

Сведения об авторах:

Завалин Алексей Анатольевич - академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: otdzem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7717-877X>.

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. Москва, Россия.

Новоселов Сергей Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: serg.novoselov2011@yandex.ru,

Еремеев Роман Анатольевич - аспирант

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия.

Фасхутдинов Фаннур Шаукатович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: ditto1961t@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

THE EFFECTIVENESS OF SIDERATES IN AGRICULTURE NON CHERNOZEMIA

A. A. Zavalin, S. I. Novoselov, R. V. Eremeev, F. S. Faskhutdinov

Abstract. The results of research on the effectiveness of mineral fertilizers are presented. It was found that the highest content of nitrogen, phosphorus and potassium was in winter rye plants grown using slanted and full siderates. The minimum content of nutrients was in winter rye plants grown using an occupied pair. The maximum grain yield was obtained by cultivating winter rye using pure steam with the use of mowing siderate and sideral steam. On a non-fertilized background, it amounted to 3.27 t/ha and 3.25 t/ha, respectively, and on a fertilized background, 4.12 t/ha and 4.08 t/ha. The grain from these variants had the maximum crude protein content. In terms of the effectiveness of the effect on the yield and grain quality of winter rye, the mown siderate was not inferior to the full sideral fertilizer. The study of the use of siderates in the sowing form showed that during the autumn period, peas and mustard accumulated the largest biomass, and rapeseed accumulated the least. The largest amount of nitrogen 33 kg/ha was accumulated in the biomass of peas, and phosphorus 6 kg/ha and potassium 36 kg/ha by the biomass of white mustard. The least amount of nutrients accumulated in the biomass of rapeseed. Sowing of sideral crops had a positive effect on the formation of yields and improving the quality of winter rye grain. The yield of winter rye grown without sowing siderates and without fertilizing was 2.32 t/ha. The increase in the variant with seeded vetch was 0.47 t/ha, with seeded mustard - 0.37 t/ha and with seeded peas - 0.40 t/ha. The sowing of spring rapeseed did not lead to a significant increase in the yield of winter rye. Nitrogen fertilization of winter rye during the spring tillering phase provided an increase in grain yield by 0.62 t/ha. Against the background of top dressing, the sowing of vetch provided an increase in grain yield of 0.48 t/ha, white mustard – 0.39 t/ha, seeded peas – 0.32 t/ha. There was no reliable increase from the sowing of spring rapeseed.

Keywords: precursors, seed crops, winter rye, yield, grain quality.

For citation: Zavalin A.A., Novoselov S.I., Eremeev R.V., Faskhutdinov F.S. Efficiency of siderates in agriculture of the Non-Chernozem region. *Agrobiotechnology and Digital Agriculture*. 2024; 3(11): 20-27

References

1. Zavalin A. A., Novoselov S. I. *Biologicheskie osnovy optimizacii azotnogo pitaniya rastenij* [Biological bases of optimization of nitrogen nutrition of plants]. M.: Agrokonsalt. 1999. 96.
2. Zaikin V. P., Ivenin V. V., Rumyantsev F. P., Krivenkov S. Yu. *Nauchnye osnovy ispol'zovaniya zelenogo udobrenija v Volgo-Vjatskom regione* [Scientific foundations of the use of green fertilizer in the Volga-Vyatka region]. *Nizhegorodskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija*. Nizhnij Novgorod. 2004. 271.

3. Kozlova L. M., Denisova A. V. [Intermediate crops in field crop rotations of the Kirov region]. *Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2014; 5(42): 33-37. EDN: SMIRUX.
4. Loshakov V. G. [Crop sideration and fertility of sod-podzolic soils]. *Zemledelie*. 2007; 1: 11-13. EDN HYJQDZ.
5. Novoselov S. I., Gorokhov S. A., Ivanov M. N. [The effect and aftereffect of organic fertilizers in crop rotation]. *Agrohimija*. 2013; 8: EDN RORDGR.
6. Novoselov S. I., Kuzminykh A. N., Tolmachev N. I. Sideraty v zemledelii Nechernozem'ja [Siderates in agriculture of the Non-Chernozem region]. *Joshkar-Ola: FGBOU VO Marijskij gosudarstvennyj universitet*. 2021. 175.
7. Esedulaev S. T., Kasatkin S. A. [The use of sideral crops and their mixtures in cultivation in the Upper Volga region]. *Zemledelie*. 2021; 6: 16-20. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-16-20>.
8. Kuzminykh A. N., Novoselov S. I. Jefferktivnost' sideratov pri osvoenii zaleznyh zemel' Volgo-Vjatskogo regiona [Efficiency of siderates in the development of fallow lands of the Volga-Vyatka region]. *Joshkar-Ola: FGBOU VO Marijskij gosudarstvennyj universitet* 2021. 175.
9. Borisov V. A., Uspenskaya O. N., Kolomiets A. A. [The effectiveness of the use of manure, biocomposts and siderates for vegetable crops]. *Agrohimija*. 2023; 2: 36-40. <https://doi.org/10.31857/S0002188123020059>.
10. Dovban K. I. [Ecological aspects of sideration]. *Himizacija sel'skogo hozjajstva*. 1992; 4: 28-32.
11. Balabko P. N., Sorokin A. N., Sinikh Yu. N. [Influence of the depth of seeding of siderate on the phytosanitary condition of crops and crop yields]. *Plodorodie*. 2019; 4 (109): 36-38. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2019.109.12>.
12. Loshakov V. G. [Ecological and phytosanitary functions of green fertilizer]. *Izvestija TSHA*. 2018; 5: 30-42. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2018-5-30-42>.
13. Glushkov V. V. [Crop sideral crops and productivity of spring barley]. *Plodorodie*. 2013; 4 (73): 39-40. EDN PGQHRZ.
14. Shashkarov L. G. Produktivnost' donnika zheltogo i kachestvo urozhaja v zavisimosti ot pokrovnyh kul'tur v uslovijah Jugo-Vostochnoj chasti Volgo-Vjatskoj zony [Productivity of yellow clover and crop quality depending on cover crops in the conditions of the Southeastern part of the Volga-Vyatka zone]. *Cheboksary: FGBOU VO Chuvashskaja GSHA*. 2019. 151.
15. Bakhvalova S. A., Fedorova A. V. [Siderates and yield of spring wheat]. *Plodorodie*. 2021; 2(119): 36-38. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.119.09>.
16. Tiranov A. B., Tiranova L. V. [Sideral and employed pairs in crop rotations]. *Zemledelie*. 2008; 4: 16-18. EDN JSBAEH.
17. Dzyuin A. G. [The effect of mineral fertilizers on the humus content in the soil]. *Agrohimija*. 2024; 1: 12-16. <https://doi.org/10.31857/80002188124010029>.
18. Gamzikov G. P., Suleymanov S. Z. [The influence of plant biomass on the nitrogen regime of gray forest soil and productivity of field crops]. *Rossijskaja sel'skohozjajstvennaja nauka*. 2020; 4: 32-36. <https://doi.org/10.31857/S2500262720040080>.

Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest. The work was not funded.

Authors:

Zavalin Alexey Anatolyevich – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: otzem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7717-877X>.

All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia.

Novoselov Sergey Ivanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: serg.novoselov2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2514-3521>

Eremeev Roman Anatolyevich – postgraduate student

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia.

Faskhutdinov Fannur Shaukatovich* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: dito1961t@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.