

Совершенствование технологий возделывания овса в условиях Кировской области

Ф.А. Попов, Л.М. Козлова, Е.Н. Носкова

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

*Представлены результаты изучения (2016-2017 гг.) эффективности различных технологий возделывания овса, включающих в себя способы основной и предпосевной обработки почвы и применение биопрепаратов на дерново-подзолистых почвах Кировской области. В опыте изучали вспашку и плоскорезную обработку, культивацию и обработку комбинированным почвообрабатывающим посевным агрегатом, препаратами на основе штамма *S. hygroscopicus* A4 и Псевдобактерин-2. Перед посевом овса запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см составили 25,2-29,5 мм, различий по способам обработки почвы не выявлено. Плотность слоя почвы 0-20 см была выше в вариантах с плоскорезной обработкой на 0,05-0,06 г/см³. Применение комбинированного агрегата АППН-2,1 обеспечивало «отличное» структурное состояние пахотного слоя, содержание агрономически ценных частиц составило 82,2-84,4% при коэффициенте структурности 4,7-5,5. Засоренность посевов овса существенно ниже была в вариантах по вспашке (41,3 шт./м², НСР_{ов} = 2,8), чем по плоскорезной обработке (44,5 шт./м²). В вариантах с применением препарата Псевдобактерин-2 засоренность посевов также возрасала до 50,1 шт./м² (НСР_{ов} = 7,2) по сравнению с вариантами без обработки (38,1 шт./м²) и с обработкой препаратом на основе штамма *S. hygroscopicus* A4 (40,5 шт./м²). Без применения препаратов растения овса поражались корневыми гнилями до 31,6%, при использовании препарата на основе штамма *S. hygroscopicus* A4 пораженность снизилась до 11,3%, при обработке препаратом Псевдобактерин-2 – до 10,5% (НСР_{ов} = 3,9). Пораженность растений овса листовой ржавчиной была незначительной, применяемые биопрепараты достоверно снижали этот показатель с 8,6 до 3,1-3,9% (НСР_{ов} = 1,7). Наибольшая урожайность в среднем за два года исследований получена в варианте – вспашка с использованием комбинированного посевного агрегата АППН-2,1 при обработке (1 л/га) биопрепаратом на основе штамма *S. hygroscopicus* A4 – 3,92 т/га, что на 1,01 т/га выше контрольного варианта – вспашка с предпосевной культивацией КПС-4 без применения препаратов. При этом уровень общей рентабельности производства зерна овса составил 136,1%, коэффициент энергетической эффективности 3,05 (в контроле – 84,4% и 2,34 соответственно).*

Ключевые слова: обработка почвы, биопрепарат, комбинированный агрегат, экономическая, энергетическая эффективность

В настоящее время Россия занимает первое место в мире по производству зерна овса – 22% мирового валового производства. Овес – культура традиционная в российском земледелии, которая и в настоящее время остается ценнейшей зернофуражной культурой, отличным предшественником в севообороте и фитосанитаром почв [1, 2].

В большинстве хозяйств Кировской области в качестве основной обработки по-прежнему применяют глубокую отвальную вспашку, в качестве предпосевной обработки – культивацию КПС-4, что требует значительных энергозатрат [3, 4].

Высокие и стабильные урожаи сельскохозяйственных культур возможны лишь при внедрении современных агротехнологий возделывания, представляющих собой набор приемов по управлению производственным процессом с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и экономической эффективности и являющихся составными частями адаптивно-ландшафтных систем земледелия [5, 6, 7, 8].

Актуальность и новизна исследований заключается в оценке способов основной и предпосевной обработки с использованием новых почвообрабатывающих орудий, снижа-

ющих энергозатраты до 30% – комбинированного агрегата КПА-2,2 и комбинированного посевного агрегата АППН-2,1, в комплексе с применением нового биопрепарата на основе штамма *Streptomyces hygroscopicus* A4.

Цель исследований – изучить и выявить лучшее сочетание факторов обработки почвы и использования биопрепаратов в посевах овса, обеспечивающее повышение продуктивности и снижение энергозатрат.

Материал и методы. Опыт заложен в двух закладках в 2011 г. в 6-польном полевом севообороте со следующим чередованием культур: викоовсяная смесь на зеленый корм – озимая рожь – яровая пшеница – гороховсяная смесь на зерносенаж – ячмень – овес. В 2016 г. и 2017 г. высевали овес сорта Сельма. Удобрения вносили под все культуры севооборота в дозе N45P45K45.

Схема опыта: способ основной обработки – вспашка (20-22 см, контроль), плоскорезная комбинированная обработка (14-16 см); способ предпосевной обработки – культивация КПС-4 (8-10 см, контроль), применение комбинированного агрегата АППН-2,1 (обработка почвы на 8-10 см, внесение удобрений и посев); применение биопрепаратов – без препаратов

(контроль), опрыскивание препаратом Псевдобактерин-2 (1 л/га), опрыскивание препаратом на основе штамма *Streptomyces hygroscopicus* A4 (1 л/га).

Плоскорезную обработку выполняли комбинированным агрегатом КПА-2,2, оснащенным плоскорезными лапами и дисковой секцией. Комбинированный агрегат АППН-2,1 осуществляет одновременно обработку почвы (культивация, рыхление, прикатывание), внесение удобрений и посев. Посев овса проводили сеялкой СН-16, уборку – комбайном «Сампо-500».

Препараты применяли в фазу кущения с помощью ранцевого опрыскивателя. Препарат Псевдобактерин-2 – биологический фунгицид, д.в. бактерии рода *Pseudomonas aureofaciens*, 3×10^9 живых клеток в 1 мл. Биопрепарат на основе местного штамма *Streptomyces hygroscopicus* A4, изолированного из ризосфера овса сорта Аргамак, способен снижать заболеваемость и гибель растений озимой ржи, клевера лугового и овса от корневых гнилей. Титр препарата 10^4 КОЕ/мл [9].

Метеоусловия 2016 года характеризовались как засушливые, в мае выпало 54% нормы

осадков, в июне 36%, в июле выпало 138% нормы. В 2017 году погода была прохладной и влажной, осадков в мае-июле выпало 102-189% нормы.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели почвы: $\text{pH}_{\text{сол.}}$ – 5,0; гидролитическая кислотность – 3,6; сумма поглощенных оснований – 14,3 мг-экв/100 г почвы; содержание P_{2O_5} – 140-180 мг и $\text{K}_{2\text{O}}$ – 150-200 мг/кг почвы (по Кирсанову), гумуса – 1,7% (по Тюрину).

Исследования проводили по общепринятым методикам [10, 11]. Дисперсионный анализ с использованием программы «Agros207».

Результаты и их обсуждение. В ходе исследований установлено, что различные технологии возделывания овса оказывают влияние на агрофизические свойства почвы, фитосанитарное состояние посевов и урожайность.

После посева овса запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см, несмотря на различия по метеоусловиям в мае 2016 г. и 2017 г., оценивались по шкале А.Ф. Вадониной, З.А. Корчагиной [10] как «удовлетворительные» (25,2-29,5 мм), различий по способам обработки почвы не выявлено (табл. 1).

Таблица 1

Влияние способов обработки почвы на агрофизические свойства пахотного слоя почвы перед посевом овса (в среднем за 2016-2017 гг.)

Способ основной обработки почвы	Способ предпосевной обработки почвы	Запасы продуктивной влаги, мм	Плотность почвы, $\text{г}/\text{см}^3$	Содержание частиц 0,25-10 мм, %	Водопрочность агрегатов, %	Коэффициент структурности
Вспашка	КПС-4	25,2	1,35	75,7	59,9	3,9
	АППН-2,1	29,5	1,35	82,2	63,4	4,7
Плоскорезная обработка	КПС-4	29,6	1,40	74,9	64,6	3,7
	АППН-2,1	27,8	1,41	84,4	65,6	5,5

Плотность слоя почвы 0-20 см была выше в вариантах с плоскорезной обработкой на 0,05-0,06 $\text{г}/\text{см}^3$. При этом все полученные значения превышали оптимальный уровень для дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы 1,10-1,30 $\text{г}/\text{см}^3$ (по А.Г. Бондареву [10]). Это связано, в первую очередь, с тем, что овес являлся в исследованиях замыкающей культурой севооборота, и почва за годы проведения исследований уплотнилась.

Содержание агрономически ценных частиц размером 0,25-10 мм в вариантах с культивацией оценивалось по шкале С.И. Долгова, П.У. Бахтина [10] как «хорошее» (74,9-75,7%). Структурное состояние почвы в большей степени зависело от способа предпосевной обработки почвы. Применение комбинированного

агрегата АППН-2,1 обеспечивало «отличное» структурное состояние пахотного слоя, содержание частиц размером 0,25-10 мм составило 82,2-84,4%, коэффициент структурности 4,7-5,5. Водопрочность почвенной структуры по всем вариантам при этом характеризовалась как «хорошая» – 59,9-65,6%, при самом низком показателе в контроле.

Засоренность посевов овса по вспашке составила, в среднем по вариантам 41,3 шт./ м^2 (табл. 2). Замена вспашки на плоскорезную обработку увеличивала засоренность до 44,5 шт./ м^2 ($\text{HCP}_{05} = 2,8$). В вариантах с применением препарата Псевдобактерин-2 засоренность посевов также возрастала до 50,1 шт./ м^2 ($\text{HCP}_{05} = 7,2$) по сравнению с вариантами без обработки препаратами (38,1 шт./ м^2) и с обработкой препаратом

на основе штамма *S. hygroscopicus* A4 (40,5 шт./м²). При определении критерия ярусности все сорные растения относились к нижнему ярусу, то есть не достигали ½ высоты культурного растения. Преобладающими малолетними сорня-

ками были пикульники (*Galeopsis L.*). Из многолетних сорняков большое распространение получил хвощ полевой (*Equisetum arvense*), что связано с высокой кислотностью почвы опытного участка.

Таблица 2

Влияние способов обработки почвы и применения биопрепаратов на фитосанитарное состояние посевов овса (в среднем за 2016-2017 гг.)

Способ основной обработки почвы	Способ предпосевной обработки почвы	Засоренность посевов, шт./м ²			Пораженность, %					
					корневыми гнилями			листовой ржавчиной		
		б/п*	A4	ПБ	б/п	A4	ПБ	б/п	A4	ПБ
Вспашка	КПС-4	46,0	45,5	46,3	28,0	4,5	5,5	10,5	3,5	2,0
	АППН-2,1	31,3	34,0	44,8	28,5	12,5	13,0	7,0	3,5	6,0
Плоскорезная обработка	КПС-4	44,5	41,5	53,5	32,0	17,0	12,0	11,5	3,0	4,0
	АППН-2,1	30,5	41,0	55,8	38,0	11,0	11,5	5,5	2,5	3,5
НСР ₀₅ по основной обработке		2,8			Fф<Fт			Fф<Fт		
НСР ₀₅ по предпосевной обработке		Fф<Fт			Fф<Fт			Fф<Fт		
НСР ₀₅ по применению препаратов		7,2			3,9			1,7		

* - б/п – без препаратов; А4 – препарат на основе штамма *S. hygroscopicus* A4; ПБ – препарат Псевдобактерин-2

Пораженность растений овса корневыми гнилями зависела в большей степени от применения биопрепаратов, и в меньшей – от способа основной или предпосевной обработки почвы. Без применения препаратов растения поражались на 31,6%, при обработке препаратом на основе штамма *S. hygroscopicus* A4 пораженность растений овса снизилась до 11,3%, препаратом Псевдобактерин-2 – до 10,5% (НСР₀₅ = 3,9). Следует отметить, что препараты оказывали большее влияние в вариантах, где вспашка сочеталась с предпосевной культивацией КПС-4.

Влияние изучаемых факторов рассматривали также на пораженности овса листостебельными заболеваниями: листовой и стеблевой ржавчиной, септориозом. Пробы растений отбирали в фазу молочно-восковой спелости зерна. Стеблевой ржавчины и септориоза на растениях овса обнаружено не было, поражен-

ность листовой ржавчиной была незначительной, применяемые биопрепараты достоверно снижали этот показатель с 8,6 до 3,1-3,9% (НСР₀₅ = 1,7). Препарат на основе штамма *S. hygroscopicus* A4 оказывал более сильное воздействие на снижение заболеваемости.

Наибольшая урожайность в среднем за два года исследований получена в варианте со вспашкой и применением комбинированного посевного агрегата АППН-2,1 при применении 1 л/га биопрепарата на основе штамма *S. hygroscopicus* A4 – 3,92 т/га, что на 1,01 т/га выше контрольного варианта – вспашка с предпосевной культивацией КПС-4 без применения препаратов (табл. 3). Технологии, основанные на плоскорезной обработке с применением предпосевного комбинированного агрегата АППН-2,1 при внесении биопрепаратов, обеспечили урожайность зерна овса 3,42-3,49 т/га.

Таблица 3

Урожайность овса, экономическая и энергетическая эффективность различных способов обработки почвы и применения биопрепаратов (в среднем за 2016-2017 гг.)

Способ основной обработки почвы	Способ предпосевной обработки почвы	Урожайность зерна, т/га			Общая рентабельность производства, %			Коэффициент энергетической эффективности		
		б/п*	А4	ПБ	б/п	А4	ПБ	б/п	А4	ПБ
Вспашка	КПС-4	2,91	3,15	2,98	84,4	94,7	83,6	2,34	2,45	2,33
	АППН-2,1	3,13	3,92	3,34	94,4	136,1	101,3	2,54	3,05	2,63
Плоскорезная обработка	КПС-4	3,31	3,31	3,16	113,0	108,2	98,0	2,68	2,61	2,50
	АППН-2,1	2,97	3,49	3,42	88,2	115,1	109,8	2,47	2,78	2,73

* - б/п – без препаратов; А4 – препарат на основе штамма *S. hygroscopicus* A4, ПБ – препарат Псевдобактерин-2

Применение биопрепаратов существенно влияло на урожайность овса. В 2016 году прибавка составила 0,44-0,47 т/га ($HCP_{05} = 0,32$) в вариантах с использованием биопрепарата на основе штамма *S. hygrophilus* A4 по сравнению с вариантами без обработки препаратом или с применением Псевдобактерина-2. В 2017 году прибавка от применения препаратов по сравнению с контролем составила 0,21-0,30 т/га ($HCP_{05} = 0,18$), использование комбинированного агрегата АППН-2,1 для обработки почвы, внесения удобрений и посева существенно увеличивало (на 0,68 т/га) урожайность овса по сравнению с вариантами, где проводили предпосевную культивацию КПС-4 ($HCP_{05} = 0,37$).

Лучшие показатели эффективности получены при возделывании овса по технологии, включающей вспашку и использование предпосевного комбинированного агрегата АППН-2,1 с обработкой биопрепарата на основе штамма *S. hygrophilus* A4. Так, уровень общей рентабельности производства составил 136,1% (при цене реализации 10 руб./кг), коэффициент энергетической эффективности 3,05. Возделывание овса по традиционной технологии, включающей вспашку и предпосевную культивацию без применения биопрепаратов, обеспечило рентабельность производства 84,4%, коэффициент энергетической эффективности 2,34. Технологии возделывания овса, основанные на плоскорезной обработке, использовании предпосевного комбинированного агрегата АППН-2,1 при применении биопрепаратов также обеспечили высокий уровень рентабельности 109,8-115,1% и коэффициент энергетической эффективности 2,73-2,78.

Выходы. Таким образом, эффективность возделывания овса по технологиям, включающим в себя применение новых биопрепаратов и новые способы обработки почвы с использованием комбинированных агрегатов значительно выше выращивания его по классической, тра-

диционной технологии. Это достигается, прежде всего, за счет улучшения агрофизических показателей плодородия почвы и снижения заболеваемости растений овса. Применение в течение 6 лет ротации плоскорезной обработки приводит к увеличению засоренности посевов и поражения корневыми гнилями.

Список литературы

1. Перспективная ресурсосберегающая технология производства овса: методические рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 60 с.
2. Баталова Г.А., Лисицын Е.М., Русакова И.И. Биология и генетика овса. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. 456 с.
3. Научно обоснованные подходы к выбору систем обработки почв в севооборотах для условий Евро-Северо-Востока РФ: метод. пособие / Под ред. Козловой Л.М. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2013. 35 с.
4. Kozlova L.M., Popov F.A., Demshin S.L. Characteristic and efficiency of operation of the unit for non-plough soil cultivation and sowing unit in conditions of the Eastern European part of Russia // Agricultural Engineering. 2014. № 4 (152). P. 163.
5. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросфера. М.: Изд-во «Агрорусс», 2004. Т.1. 688 с.
6. Жученко А.А. Пути инновационно-адаптивного развития АПК России в XXI столетии. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2011. 144 с.
7. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000. 473 с.
8. Singer J.W., Kohler K.A., Liebman M., Richard T.L., Cambardella C. A., Buhler D.D. Tillage and compost effect yield of corn, soybean and wheat and soil fertility // Agronomy Journal. 2004. Vol. 96. № 3. P. 531-537.
9. Широких И.Г., Баталова Г.А., Рябова О.В., Русакова И.И. Эффекты интродукции *Streptomyces hygrophilus* A4 в фитосферу голозерного овса // Зерновое хозяйство России. 2013. №3 (27). С. 52-56.
10. Сафонов А.Ф., Старtonович М.В. Практикум по земледелию с почвоведением. М.: Агропромиздат, 1990. 208 с.
11. Опытное дело в полеводстве. М.: Россельхозиздат, 1982. 190 с.

Сведения об авторах:

Попов Федор Александрович, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник, e-mail: zemledel_niish@mail.ru,
Козлова Людмила Михайловна, доктор с.-х. наук, заведующая отделом,
Носкова Евгения Николаевна, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru

Improving of oat cultivation technology under conditions of Kirov region**F.A. Popov, L.M. Kozlova, E.N. Noskova**

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The data of 2016-2017 studies on effectiveness of different oat cultivation technologies including ways of basic and pre-sowing soil tilling and using of bio-preparations on sod-podzolic soils of Kirov region are provided. Ploughing and surface soil tillage, cultivation and tilling with combined soil-tillage sowing machine, as well as preparation on the basis of *S. hygroscopicus* A4 strain and Pseudobacterin-2 were studied in the experiment. Storage of productive moisture in soil layer of 0-20 cm was 25.2-29.5 mm before sowing; there were no differences in the ways of soil tilling. The density of 0-20 cm soil layer was 0.05-0.06 g/cm³ higher in variants with surface tillage. Application of combined aggregate APPN-2.1 provided "excellent" structure state of arable layer, the content of agronomical valuable particles was 82.2-84.4% at the soil structure coefficient equal to 4.7-5.5. Sowing dockage was significantly lower in variants of plowing (41.3 psc./m², LSD₀₅=2.8) than in surface tillage (44.5 psc./m²). In variants with use of Pseudobacterin-2 preparation the sowing dockage increased too up to 50.1 psc. /m² (LSD₀₅ = 7.2) as compared to the variants without preparations (38.1 psc./m²) and with the use of preparation on the base of *S. hygroscopicus* A4 strain (40.5 psc./m²). Up to 31.6% of oat plants were affected with root rot in variants without preparations; by application of preparations on the base of *S. hygroscopicus* strain A4 the affection decreased to 11.3%; by application of Pseudobacterin-2 preparation – to 10.5% (LSD₀₅ = 3.9). The affection of oat plants with leaf rust was insignificant; the preparations significantly decreased this factor from 8.6 to 3.1-3.9% (LSD₀₅ = 1.7). On the average, for two years of study the highest productivity was noted in the variant of ploughing with using the combined sowing unit APPN-2.1 by application of preparation on the base of *S. hygroscopicus* strain A4 (1 l/ha) – 3.92 t/ha that is 1.01 t/ha higher then control variant, ploughing with KPS-4 pre-sowing tillage without preparations. The level of total profitability of oat grain production was 136.1%, the factor of energy effectiveness was 3.05 (in control variant – 84.4% and 2.34 correspondingly).

Key words: soil tilling, bio-preparation, combined sowing unit, economic, energy effectiveness

Reference

1. *Perspektivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva ovsy: metodicheskie rekomendatsii*. [Perspective resource saving technology of oat production: methodical recommendations]. Moscow: FGNU «Rosinformagrotekh», 2009. 60 p.
2. Batalova G.A., Lisitsyn E.M., Rusakova I.I. *Biologiya i genetika ovsy*. [Biology and genetics of oat]. Kirov: Zonal'nyy NIISKh Severo-Vostoka, 2008. 456 p.
3. *Nauchno obosnovannyye podkhody k vyboru sistem obrabotki pochv v se-vooborotakh dlya uslovii Evro-Severo-Vostoka RF: metod. posobie*. [Scientifically based approaches to selection of soil tilling systems in crop rotations under conditions of European part of north-eastern Russia: methodical course]. Pod red. Kozlovoi L.M. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2013. 35 p.
4. Kozlova L.M., Popov F.A., Demshin S.L. Characteristic and efficiency of operation of the unit for non-plough soil cultivation and sowing unit in conditions of the Eastern European part of Russia. Agricultural Engineering. 2014. no. 4 (152). pp. 163.
5. Zhuchenko A.A. *Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rasteniy i problemy agrosfery*. [Ecological genetics of cultivated plants and problems of agro-sphere]. Moscow: Izd-vo «Agroruss», 2004. Vol.1. 688 p.
6. Zhuchenko A.A. *Puti innovatsionno-adaptivnogo razvitiya APK Rossii v XXI stolietii*. [Ways of innovative-adaptive development of Russian AIC in XXI century]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2011. 144 p.
7. Kiryushin V.I. *Ekologizatsiya zemledeliya i tekhnologicheskaya politika*. [Ecologization of soil management and technological policy]. Moscow: MSKhA, 2000. 473 p.
8. Singer J.W., Kohler K.A., Liebman M., Richard T.L., Cambardella C. A., Buhler D.D. Tillage and compost effect yield of corn, soybean and wheat and soil fertility. Agronomy Journal. 2004. Vol. 96. no. 3. pp. 531-537.
9. Shirokikh I.G., Batalova G.A., Ryabova O.V., Rusakova I.I. *Effekty introduktsii Streptomyces hygroscopicus A4 v fitosferu golozernogo ovsy*. [Effects of introduction of *Streptomyces hygroscopicus* A4 into the phyto-sphere of naked oat]. Zernovoe khozyaystvo Rossii. 2013. no.3 (27). pp. 52-56.
10. Safonov A.F., Startonovich M.V. *Praktikum po zemledeliyu s pochvovedeniem*. [Practical course on soil management with soil science]. Moscow: Agropromizdat, 1990. 208 p.
11. *Opytnoe delo v polevodstve*. [Experimental works in field plant industry]. Moscow: Rossel'khozizdat, 1982. 190 p.

Information about the authors:

F.A. Popov, PhD in Agriculture, researcher, e-mail: zemledel_niish@mail.ru
 L.M. Kozlova, DSc in Agriculture, Head of the Department,
 E.N. Noskova, PhD in Agriculture, researcher

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, Lenina str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail:priemnaya@fanc-sv.ru