УДК 633.854.54
Код ВАК 06.01.01

Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность и формирование фотосинтетического аппарата сортов льна масличного

В. Н. Гореева[1]✉, Р. Р. Галиев[1], Е. В. Корепанова[1], И. Ш. Фатыхов[1]
[1] Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия
✉*E-mail: goreeva_v_n@mail.ru*

Аннотация. **Цель исследований** – выявить влияние гербицида Зеро, внесенного после уборки предшественника, приемов зяблевой обработки почвы на продуктивность, фотосинтетическую деятельность растений льна масличного сортов ВНИИМК 620 и Северный. **Методы исследований.** Исследования по поставленным задачам проводились в 2016–2018 гг. на опытном участке АО «Учхоз Июльское Ижевская ГСХА» по общепринятым методикам. Предшествующей культурой для льна масличного в севообороте было озимое тритикале. Опыты закладывались на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. **Результаты.** Выявлено, что гербицид сплошного действия Зеро, внесенный после уборки предшественника, способствовал возрастанию урожайности семян на 0,6 ц/га, или на 7,0 %, относительно урожайности в вариантах без гербицида. Зяблевая обработка почвы КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3 обеспечила прибавку урожайности семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный соответственно на 1,8–3,2 ц/га, или 23,1–41,0 %, относительно аналогичного показателя в вариантах без зяблевой обработки почвы. Урожайность семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 (10,8–11,3 ц/га) и Северный (10,3–11,3 ц/га) при безотвальной зяблевой обработке почвы КН-4 не уступала урожайности семян (10,7–10,9 ц/га и 10,9–11,3 ц/га соответственно) в варианте с отвальной обработкой ПЛН-4-35. Мелкая обработка почвы БДТ-3 снизила урожайность семян на 1,4–1,6 ц/га (13–15 %) у сорта ВНИИМК 620 и на 1,4–1,8 ц/га (12–16 %) у сорта Северный в сравнении с урожайностью в вариантах с КН-4 или ПЛН-4-35. Обработка стерни предшественника гербицидом сплошного действия Зеро способствовала повышению на 0,7 тыс. м^2/га площади листьев сортов льна масличного в фазе цветения, фотосинтетического потенциала (ФП) на 41 тыс. м^2×сут/га за вегетацию относительно аналогичных показателей в вариантах без гербицида. Наибольший ФП за вегетационный период растений сортов льна масличного сформировали в вариантах с зяблевой обработкой почвы КН-4 и ПЛН-4-35, который существенно превышал аналогичный показатель на 97–375 тыс. м^2×сут/га у сорта ВНИИМК 620 и на 84–423 тыс. м^2×сут/га у сорта Северный в контрольном варианте. **Научная новизна.** В условиях Среднего Предуралья впервые выявлены эффективные приемы зяблевой обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в технологии возделывания сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный. Установлено влияние гербицида Зеро, приемов отвальной, безотвальной, мелкой зяблевой обработки почвы на урожайность и фотосинтетическую деятельность растений сортов льна масличного.

Ключевые слова: лен масличный, сорт, Северный, ВНИИМК 620, зяблевая обработка почвы, гербицид Зеро, урожайность, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза.

Для цитирования: Гореева В. Н., Галиев Р. Р., Корепанова Е. В., Фатыхов И. Ш. Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность и формирование фотосинтетического аппарата сортов льна масличного // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 2–12. DOI: …

Дата поступления статьи: 01.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Важнейший агротехнический прием в технологии возделывания льна масличного – основная обработка почвы [6, с. 140]. Она должна быть направлена на накопление влаги, создание оптимальных для данной культуры агрофизических и агрохимических свойств почвы, увеличение биологической активности, уничтожение сорной растительности, предупреждение эрозионных процессов [3, с. 257; 12, с. 13; 15, с. 73].

К настоящему времени имеются научные публикации по вопросам основной обработки почвы под сельскохозяйственные культуры в разных почвенно-климатических условиях. В условиях Ростовской области при выращивании льна масличного А. П. Авдеенко и В. В. Черненко [1, с. 8] рекомендуют проводить отвальную обработку черноземной почвы, которая способствует снижению засоренности посевов, повышению оптимизации условий роста и развития растений, урожайности семян льна до 13,1 ц/га. В регионе Евро-Северо-Востока в зернотравяных севооборотах с сидеральным паром и промежуточным сидератом Б. П. Мальцев [7, с. 51] лучшей системой обработки дерново-подзолистой суглинистой почвы считал безотвально-отвальную с мульчированием соломой.

© В. Н. Гореева, Р. Р. Галиев, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, 2020

В Среднем Предуралье изучены приемы зяблевой обработки почвы при возделывании овса, рапса ярового и льна-долгунца. В. Г. Колесниковой и И. Ш. Фатыховым [4, с. 138] было установлено, что применение культиватора КН-4,0 для зяблевой обработки почвы под овес позволяет уменьшить энергозатраты на 611 МДж/га, снизить расход энергии на получение 1 кг продукции до 6,54 МДж и обеспечить наиболее высокий 2,47 коэффициент энергетической эффективности в сравнении с аналогичными показателями при отвальной вспашке. В технологии возделывания ярового рапса на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве применение гербицида Зеро после уборки ярового зернового предшественника не оказывало влияния на сбор сухого вещества, а отвальная ПЛН-3-35 или безотвальная КН-4 зяблевые обработки почвы способствовали повышению данного показателя [2, с. 33]. Безотвальная зяблевая обработка почвы КН-4 в технологии возделывания льна-долгунца Восход по продуктивности не уступала общепринятой отвальной обработке почвы ПЛН-4-35. Применение КН-4 в основной обработке почвы под лен-долгунец позволяло выполнить за один проход рыхление и послойное крошение почвы на глубину до 18 см, подрезание сорной растительности [5, с. 105]. Н. А. Пегова и В. М. Холзаков [9, с. 36] в систему основной обработки дерново-подзолистой почвы рекомендовали включать вспашку дернины клевера на 17 см, безотвальные обработки на разную глубину (от 12 до 20 см) в пару, в т. ч. для заделки навоза и сидерата, безотвальные обработки до 20 см после озимой ржи, мелкую – до 12 см под последнюю культуру севооборота, нулевую под пар, что обеспечивало продуктивность пашни 2,59 т/га зерновых единиц, коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) – 2,92, что на уровне отвальной системы с таким же количеством биоресурсов (2,70 т/га, КЭЭ = 2,93). Минимальная обработка дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в исследованиях В. А. Николаева [8, с. 18] повышала пористость аэрации корнеобитаемого слоя, снижала плотность сложения и улучшала водопроницаемость почвы, при этом урожайность ячменя возрастала на 24,5 %.

Многочисленные исследования по изучению приемов обработки почвы проведены и зарубежными учеными [13–18]. В Норвегии уменьшенная обработка почвы по сравнению с отвальной вспашкой дала незначительную разницу в урожайности яровых зерновых культур на суглинистой почве, в то время как на глинистой почве она была выше, а на иловой – хуже. Ученые утверждают, что мелкая весенняя вспашка является хорошей альтернативой осенней вспашке, поскольку она дала сопоставимые урожаи, улучшала защиту от эрозии и была почти столь же эффективна против сорняков [16, с. 93]. На экспериментальной станции в Польше при использовании глифосатсодержащего препарата в системе основной обработки почвы под яровую твердую пшеницу выявлено повышение урожайности и накопления фосфора, калия, магния и меди в зерне твердой пшеницы по сравнению с аналогичными показателями при обычной вспашке и двойной культивации без использования гербицида [18, с. 817].

В каждом случае предусматривается использование тех или иных систем машин и сельскохозяйственных орудий, определенное сочетание и последовательность выполнения технологических операций в конкретных почвенно-климатических условиях и на определенной культуре [10, с. 15]. Для льна масличного в Среднем Предуралье изучены приемы предпосевной и послепосевной обработки почвы [11, с. 13]. Однако эффективные приемы зяблевой обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в технологии возделывания льна масличного не разработаны.

Цель исследований – выявить влияние абиотических условий, гербицида Зеро, внесенного после уборки предшественника, приемов зяблевой обработки почвы на урожайность, фотосинтетическую деятельность растений сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный.

Задачи исследований:

− определить урожайность семян сортов льна масличного в разных абиотических условиях при применении гербицида Зеро после уборки предшественника и разных приемов зяблевой обработки почвы;

− научно обосновать урожайность семян сортов льна масличного показателями фотосинтетической деятельности.

Методология и методы исследования (Methods)

Объект исследований – лен масличный сортов ВНИИМК 620 и Северный. Опыты закладывали в течение трех лет (2016–2018 гг.) на опытном поле АО «Учхоз Июльское Ижевская ГСХА». Предшественником в опытах было озимое тритикале. Трехфакторный полевой опыт ставили по следующей схеме: Фактор А – сорт: ВНИММК 620 (контроль) и Северный; фактор В – гербицид Зеро после уборки предшественника: без гербицида и опрыскивание Зеро, ВР(360 г/л) – 4 л/га; фактор С – зяблевая обработка почвы: без обработки (к); без обработки – прямой посев; безотвальная обработка КН-4 на глубину 14–16 см; отвальная обработка ПЛН-4-35 (на глубину пахотного слоя); мелкая обработка БДТ-3 на глубину 10–12 см. За контроль вариантов приемов зяблевой обработки почвы брали вариант без зяблевой обработки. Прием обработки почвы, согласно ГОСТ 16265-89, это однократное воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий с целью выполнения одной или нескольких технологических операций.

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая, пахотный слой которой имел следующую агрохимическую характеристику: содержание гумуса (1,6–2,7 %) – от низкого до повышенного; содержание подвижного фосфора (187–240 мг/кг почвы) – от среднего до высокого, обменного калия (110–189 мг/кг почвы) – от низкого до высокого. Обменная кислотность (pH_{KCl} = 5,5…6,3) – слабокислая и близкая к нейтральной. Вегетационные периоды в годы проведения исследований различались по метеорологическим условиям. Влагообеспеченность вегетационного периода 2016 г. была относительно недостаточной при ГТК = 0,54…0,73. Период вегетации сортов льна масличного в 2017 г. характеризовался избыточным увлажнением при ГТК = 2,36 … 2,43, а в 2018 г. был приближен к оптимальной влагообеспеченности при ГТК = 0,95 … 0,96.

© Goreyeva V. N., Galiyev R. R., Korepanova E. V., Fatykhov I. Sh. 2020

Результаты (Results)

Во все годы исследований, а также в среднем за три года изучаемые сорта существенно не отличались по урожайности семян. Наибольшее влияние на урожайность семян оказали приемы зяблевой обработки почвы, доля влияния данного фактора в 2016 г. составила 70 %, в 2017 г. – 77 %, в 2018 г. – 82 %. В среднем за 2016–2018 гг. исследований наибольшая доля влияния на урожайность семян установлена от зяблевой обработки почвы. Доля влияния данного фактора на изменение урожайности семян льна масличного сорта ВНИИМК 620 составила 71,1 %, сорта Северный – 72,2 % (таблица 1).

В абиотических условиях 2016 г. независимо от сорта и зяблевой обработки почвы сорта льна масличного положительно отреагировали на опрыскивание гербицидом сплошного действия Зеро после уборки предшественника, увеличив на 1,1 ц/га урожайность семян, относительно урожайности в вариантах без применения гербицида ($НСР_{05}$ главных эффектов В – 1,0 ц/га). Варьирование урожайности семян от данного фактора зависело на 3 % (таблица 2).

Среди приемов зяблевой обработки почвы урожайность семян в вариантах с безотвальной (КН-4), отвальной (ПЛН-4-35) и мелкой обработками почвы (БДТ-3) была выше на 2,3-7,4 ц/га, чем урожайность в вариантах без зяблевой обработки почвы при $НСР_{05}$ главных эффектов С – 1,3 ц/га. Безотвальная зяблевая обработка почвы под лен масличный культиватором КН-4 и отвальная плугом ПЛН-4-35 без опрыскивания гербицидом Зеро перед другими исследуемыми вариантами обработки почвы имели преимущество по урожайности семян у сорта ВНИИМК 620 на 3,2-8,0 ц/га, у сорта Северный – на 2,1–7,0 ц/га за исключением урожайности в варианте с мелкой обработкой БДТ-3 ($НСР_{05}$ частных различий С – 2,6 ц/га). На фоне опрыскивания гербицидом Зеро с последующей обработкой почвы КН-4, ПЛН-4-35 и БДТ-3 урожайность была выше на 3,0–7,3 ц/га у сорта ВНИИМК 620 и на 3,1-7,5 ц/га у сорта Северный, чем урожайность в вариантах без зяблевой обработки почвы. Урожайность семян льна масличного ВНИИМК 620 и Северный в вариантах с применением разных почвообрабатывающих орудий (КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3) на фоне опрыскивания гербицидом Зеро была на одном уровне. Однако вариант с зяблевой обработкой БДТ-3 без применения гербицида Зеро после уборки предшественника уступал по урожайности семян на 3,2–3,3 ц/га вариантам с зяблевой обработкой КН-4 и ПЛН-4-35 у сорта ВНИИМК 620 и на 2,7 ц/га – варианту с обработкой ПЛН-4-35 у сорта Северный.

В условиях 2017 г. между вариантами с применением гербицида Зеро после уборки предшественника существенной разницы по урожайности семян не выявлено (таблица 2). Зяблевая обработка почвы почвообрабатывающими орудиями КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3 увеличила урожайность семян на 2,4-6,3 ц/га к урожайности в вариантах без ее применения ($НСР_{05}$ главных эффектов С – 1,1 ц/га). Безотвальная зяблевая обработка почвы КН-4 и отвальная ПЛН-4-35 имели преимущество на 2,4–6,3 ц/га по урожайности семян у сорта ВНИИМК 620, на 2,3–6,9 ц/га у сорта Северный перед другими вариантами обработки почвы ($НСР_{05}$ частных различий С – 2,2 ц/га).

В вариантах с осенним опрыскиванием стерни предшественника гербицидом Зеро в абиотических условиях 2018 г. независимо от сорта и зяблевой обработки почвы урожайность семян была выше на 1,0 ц/га (12,0 %) при $НСР_{05}$ главных эффектов В – 0,3 ц/га (таблица 2). Доля влияния данного фактора на урожайность семян льна масличного составила 5 %.

Зяблевая обработка почвы разными почвообрабатывающими орудиями способствовала повышению на 0,6–5,6 ц/га урожайности семян в сравнении с урожайностью в вариантах без зяблевой обработки почвы при $НСР_{05}$ главных эффектов С – 0,6 ц/га. Среди вариантов с зяблевой обработкой почвы вариант с прямым посевом значительно уступал на 3,7–5,6 ц/га по урожайности семян контрольно-

Таблица 1

Доля влияния технологических приемов и условий вегетации (год) на урожайность семян льна масличного ВНИИМК 620 и Северный, % (2016–2018 гг.)

Факторы	Сорт	
	ВНИИМК 620	Северный
А – гербицид после уборки предшественника	1,0	1,8
В – зяблевая обработка почвы	71,1*	72,2*
С – абиотические условия вегетации (год)	1,1	0,6
Взаимодействие (АВС)	5,3	4,6
Случайные факторы	21,5	20,8

*Примечание: * достоверно на уровне вероятности 95 %.*

Table 1

The share of the influence of technological methods and vegetation conditions (year) on the yield of flaxseed oil seeds VNIIMK 620 and Severnyy, % (2016–2018)

Factors	*Variety*	
	VNIIMK 620	*Severnyy*
A – herbicide after harvesting the predecessor	*1.0*	*1.8*
B – autumn tillage	*71.1**	*72.2**
C – abiotic vegetation conditions (year)	*1.1*	*0.6*
Interaction (ABC)	*5.3*	*4.6*
Random factors	*21.5*	*20.8*

*Note: * significantly at 95 % probability level.*

Таблица 2

Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность семян сортов льна масличного, ц/га (2016, 2017, 2018 гг.)

Сорт (А)	Гербицид после уборки предшественника (В)	Зяблевая обработка почвы (С)					Среднее В	Среднее А
		Без обработки (к)	Прямой посев	КН-4	ПЛН-4-35	БДТ-3		
2016 г.								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	6,8	3,9	11,9	11,8	8,6	8,5	9,1
	Зеро, ВР	8,0	4,7	11,9	12,0	11,0	9,6	
Северный	Без гербицида (к)	7,1	4,3	10,7	11,3	8,6		9,0
	Зеро, ВР	7,5	5,3	12,8	12,1	10,6		
Среднее С		7,4	4,5	11,9	11,8	9,7		
2017 г.								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	7,3	4,2	10,2	10,5	9,8	8,5	8,4
	Зеро, ВР	7,4	4,4	10,6	9,8	9,7	8,4	
Северный	Без гербицида (к)	7,3	4,3	10,4	11,2	10,2		8,6
	Зеро, ВР	7,7	4,2	10,0	10,8	9,7		
Среднее С		7,4	4,3	10,3	10,6	9,8		
2018 г.								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	9,0	4,1	10,4	9,9	9,5	8,3	9,0
	Зеро, ВР	9,1	6,1	11,3	10,9	9,5	9,3	
Северный	Без гербицида (к)	7,8	3,8	9,8	10,2	8,7		8,6
	Зеро, ВР	8,9	5,9	11,0	11,0	9,3		
Среднее С		8,7	5,0	10,6	10,5	9,3		

$НСР_{05}$	2016 г.			2017 г.			2018 г.		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
Частных различий	$F_ф < F_{05}$	3,2	2,6	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	2,2	$F_ф < F_{05}$	1,0	1,2
Главных эффектов		1,1	1,3			1,1		0,3	0,6

Table 2

The effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage on the yield of seeds of oil flax varieties, c/ha (2016, 2017, 2018)

Variety (A)	*Herbicide after harvesting the predecessor (B)*	*Autumn tillage (C)*					*Average B*	*Average A*
		Without treatment (к)	*Direct sowing*	*KN-4*	*PLN-4-35*	*BDT-3*		
2016								
VNIIMK 620 (c)	*Without herbicide (c)*	*6.8*	*3.9*	*11.9*	*11.8*	*8.6*	*8,5*	*9.1*
	Zero, OS	*8.0*	*4.7*	*11.9*	*12.0*	*11.0*	*9,6*	
Severnyy	*Without herbicide (c)*	*7.1*	*4.3*	*10.7*	*11.3*	*8.6*		*9.0*
	Zero, OS	*7.5*	*5.3*	*12.8*	*12.1*	*10.6*		
Average C		*7.4*	*4.5*	*11.9*	*11.8*	*9.7*		
2017								
VNIIMK 620 (c)	*Without herbicide (c)*	*7.3*	*4.2*	*10.2*	*10.5*	*9.8*	*8,5*	*8.4*
	Zero, OS	*7.4*	*4.4*	*10.6*	*9.8*	*9.7*	*8,4*	
Severnyy	*Without herbicide (c)*	*7.3*	*4.3*	*10.4*	*11.2*	*10.2*		*8.6*
	Zero, OS	*7.7*	*4.2*	*10.0*	*10.8*	*9.7*		
Average C		*7.4*	*4.3*	*10.3*	*10.6*	*9.8*		
2018								
VNIIMK 620 (c)	*Without herbicide (c)*	*9.0*	*4.1*	*10.4*	*9.9*	*9.5*	*8.3*	*9.0*
	Zero, OS	*9.1*	*6.1*	*11.3*	*10.9*	*9.5*	*9.3*	
Severnyy	*Without herbicide (c)*	*7.8*	*3.8*	*9.8*	*10.2*	*8.7*		*8.6*
	Zero, OS	*8.9*	*5.9*	*11.0*	*11.0*	*9.3*		
Average C		*8.7*	*5.0*	*10.6*	*10.5*	*9.3*		

SSD_{05}	*2016*			*2017*			*2018*		
	A	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*
Private differences	$F_ф < F_{05}$	*3.2*	*2.6*	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	*2.2*	$F_ф < F_{05}$	*1.0*	*1.2*
Major effects		*1.1*	*1.3*			*1.1*		*0.3*	*0.6*

Таблица 3

Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность семян сортов льна масличного, ц/га (среднее 2016–2018 гг.)

Сорт (А)	Гербицид после уборки предшественника (В)	Зяблевая обработка почвы (С)					Среднее В	Среднее А
		Без обработки (к)	Прямой посев	КН-4	ПЛН-4-35	БДТ-3		
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	7,7	4,1	10,8	10,7	9,3	8,5	8,8
	Зеро, ВР	8,2	5,1	11,3	10,9	10,0	9,1	
Северный	Без гербицида (к)	7,4	4,1	10,3	10,9	9,1		8,7
	Зеро, ВР	8,0	5,1	11,3	11,3	9,9		
Среднее С		7,8	4,6	10,9	11,0	9,6		

$НСР_{05}$	А	В	С
Частных различий	$F_ф < F_{05}$	1,4	1,2
Главных эффектов		0,4	0,6

Table 3

The effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage on the yield of seeds of oil flax varieties, c/ha (average 2016–2018)

Variety (A)	*Herbicide after harvesting the predecessor (B)*	*Autumn tillage (C)*					*Average B*	*Average A*
		Without treatment (к)	*Direct sowing*	*KN-4*	*PLN-4-35*	*BDT-3*		
VNIIMK 620 (c)	*Without herbicide (c)*	*7.7*	*4.1*	*10.8*	*10.7*	*9.3*	*8.5*	*8.8*
	Zero, OS	*8.2*	*5.1*	*11.3*	*10.9*	*10.0*	*9.1*	
Severnyy	*Without herbicide (c)*	*7.4*	*4.1*	*10.3*	*10.9*	*9.1*		*8.7*
	Zero, OS	*8.0*	*5.1*	*11.3*	*11.3*	*9.9*		
Average C			*4.6*	*10.9*	*11.0*	*9.6*		

SSD_{05}	*A*	*B*	*C*
Private differences	$F_ф < F_{05}$	*1.4*	*1.2*
Major effects		*0.4*	*0.6*

му варианту без основной обработки почвы, и вариантам с применением КН-4, ПЛН-4-35 и БДТ-3. В вариантах с КН-4 и ПЛН-4-35 независимо от сорта и гербицида Зеро урожайность семян на 1,2–1,9 ц/га была выше урожайности в контрольном варианте и в варианте с мелкой обработкой почвы БДТ-3.

На фоне опрыскивания стерни предшественника гербицидом Зеро и с последующей обработкой почвы КН-4 или ПЛН-4-35 урожайность была выше на 1,8–5,2 ц/га у сорта ВНИИМК 620 и на 2,1–5,1 ц/га у сорта Северный, чем урожайность в вариантах без зяблевой обработки ($НСР_{05}$ частных различий С – 1,2 ц/га). По урожайности семян у сорта льна масличного ВНИИМК 620 между вариантами с КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3 без гербицида Зеро разницы не установлено. Однако вариант с зяблевой обработкой БДТ-3 на фоне гербицида уступал по урожайности семян на 1,4–1,8 ц/га вариантам с зяблевой обработкой КН-4 и ПЛН-4-35 у сорта ВНИИМК 620 и на 1,7 ц/га – варианту с обработкой ПЛН-4-35 у сорта Северный. Прямой посев как на фоне гербицида Зеро, так и без гербицида обусловил снижение соответственно на 4,0–4,9 ц/га (51–54 %) и на 3,0 ц/га (33-34 %) урожайности семян у сорта ВНИИМК 620 и Северный, относительно урожайности в варианте без зяблевой обработки почвы.

В среднем за три года исследований при осенней обработке стерни предшественника гербицидом Зеро сформировалась урожайность семян на 0,6 ц/га (7,0 %) выше, чем в варианте без гербицида при $НСР_{05}$ главных эффектов В–0,4 ц/га (таблица 3).

Зяблевая обработка почвы под сорта льна масличного разными почвообрабатывающими орудиями способствовала повышению урожайности семян на 1,8–3,2 ц/га, или на 23,1–41,0 %, в сравнении с урожайностью в варианте без зяблевой обработки при $НСР_{05}$ главных эффектов С – 0,6 ц/га. Вариант с прямым посевом значительно уступал на 3,2 ц/га (41 %) по урожайности семян контрольному варианту без зяблевой обработки почвы и на 5,0–6,4 ц/га (52–58 %) вариантам с применением КН-4, ПЛН-4-35 и БДТ-3. Среди приемов зяблевой обработки почвы наибольшую урожайность семян обеспечила безотвальная обработка КН-4 (10,9 ц/га) и отвальная ПЛН-4-35 (11,0 ц/га) независимо от сорта и гербицида Зеро. Мелкая обработка почвы БДТ-3 существенно снизила урожайность на 1,3–1,4 ц/га (12–13 %) по сравнению с урожайностью в вариантах с обработкой КН-4 или ПЛН-4-35 ($НСР_{05}$ главных эффектов С – 0,6 ц/га).

Таблица 4

Площадь листьев растений по фазам вегетации сортов льна масличного при применении гербицида Зеро и разных приемах зяблевой обработки почвы, тыс. м²/га (среднее за 2017–2018 гг.)

Сорт (А)	Гербицид после уборки предшественника (В)	Зяблевая обработка почвы (С)					Среднее В	Среднее А
		Без обработки (к)	Прямой посев	КН-4	ПЛН-4-35	БДТ-3		
«Елочка»								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	3,9	2,5	6,3	6,4	5,0	4,9	5,1
	Зеро, ВР	4,5	3,2	7,0	7,0	5,4	5,4	
Северный	Без гербицида (к)	4,0	2,7	6,7	6,5	5,4		5,2
	Зеро, ВР	4,4	3,3	6,8	6,8	5,8		
Среднее С		4,2	2,9	6,7	6,7	5,4		
Цветение								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	9,6	5,1	13,3	12,9	11,6	10,5	10,9
	Зеро, ВР	9,8	6,4	14,3	14,0	12,3	11,2	
Северный	Без гербицида (к)	9,2	5,2	13,2	12,9	11,7		10,8
	Зеро, ВР	9,4	6,2	13,7	14,5	11,9		
Среднее С		9,5	5,7	13,6	13,6	11,9		
Желтая спелость								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	2,4	1,3	3,8	3,9	2,8	2,8	3,5
	Зеро, ВР	2,5	1,7	4,1	4,1	3,2	3,1	
Северный	Без гербицида (к)	2,4	1,3	3,8	3,9	2,9		3,4
	Зеро, ВР	2,4	1,7	3,9	4,0	3,1		
Среднее С		2,4	1,5	3,9	4,0	3,0		

$НСР_{05}$	«Елочка»			Цветение			Желтая спелость		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
Частных различий	$F_ф < F_{05}$	0,9	0,8	$F_ф < F_{05}$	1,2	1,2	$F_ф < F_{05}$	0,5	0,4
Главных эффектов		0,3	0,4		0,4	0,6		0,2	0,2

Table 4

The effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage on the yield of seeds of oil flax varieties, c/ha (average 2016–2018)

Variety (A)	*Herbicide after harvesting the predecessor (B)*	*Autumn tillage (C)*					*Average B*	*Average A*
		Without treatment (k)	*Direct sowing*	*KN-4*	*PLN-4-35*	*BDT-3*		
"Herringbone"								
VNIIMK 620 (c)	*Without herbicide (c)*	*3.9*	*2.5*	*6.3*	*6.4*	*5.0*	*4.9*	*5.1*
	Zero, OS	*4.5*	*3.2*	*7.0*	*7.0*	*5.4*	*5.4*	
Severnyy	*Without herbicide (c)*	*4.0*	*2.7*	*6.7*	*6.5*	*5.4*		*5.2*
	Zero, OS	*4.4*	*3.3*	*6.8*	*6.8*	*5.8*		
Average C			*2.9*	*6.7*	*6.7*	*5.4*		
Bloom								
VNIIMK 620 (c)	*Without herbicide (c)*	*9.6*	*5.1*	*13.3*	*12.9*	*11.6*	*10.5*	*10.9*
	Zero, OS	*9.8*	*6.4*	*14.3*	*14.0*	*12.3*	*11.2*	
Severnyy	*Without herbicide (c)*	*9.2*	*5.2*	*13.2*	*12.9*	*11.7*		*10.8*
	Zero, OS	*9.4*	*6.2*	*13.7*	*14.5*	*11.9*		
Average C			*5.7*	*13.6*	*13.6*	*11.9*		
Yellow ripeness								
VNIIMK 620 (c)	*Without herbicide (c)*	*2.4*	*1.3*	*3.8*	*3.9*	*2.8*	*2.8*	*3.5*
	Zero, OS	*2.5*	*1.7*	*4.1*	*4.1*	*3.2*	*3.1*	
Severnyy	*Without herbicide (c)*	*2.4*	*1.3*	*3.8*	*3.9*	*2.9*		*3.4*
	Zero, OS	*2.4*	*1.7*	*3.9*	*4.0*	*3.1*		
Average C			*1.5*	*3.9*	*4.0*	*3.0*		

SSD_{05}	*"Herringbone"*			*Bloom*			*Yellow ripeness*		
	A	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*
Private differences	$F_ф < F_{05}$	*0.9*	*0.8*	$F_ф < F_{05}$	*1.2*	*1.2*	$F_ф < F_{05}$	*0.5*	*0.4*
Major effects		*0.3*	*0.4*		*0.4*	*0.6*		*0.2*	*0.2*

Таблица 5

Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза при применении гербицида Зеро и разных приемах зяблевой обработки почвы (среднее 2017–2018 гг.)

Сорт (А)	Гербицид после уборки предшественника (В)	Зяблевая обработка почвы (С)					Средне В	Средне А
		Без обработки (к)	Прямой посев	КН-4	ПЛН-4-35	БДТ-3		
ФП, тыс. м²×сут/га								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	419	242	617	610	513	483	504
	Зеро, ВР	445	305	671	663	550	524	
Северный	Без гербицида (к)	410	249	626	615	531		504
	Зеро, ВР	429	299	652	672	554		
Среднее С		426	274	641	640	537		
ЧПФ, г/м² в сутки								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	6,7	6,3	7,4	7,5	6,9	7,0	6,9
	Зеро, ВР	6,7	6,2	7,5	7,2	6,7	6,9	
Северный	Без гербицида (к)	6,7	6,4	7,5	7,6	6,7		7,0
	Зеро, ВР	6,8	6,1	7,8	7,6	6,7		
Среднее С		6,7	6,2	7,5	7,5	6,7		
$НСР_{05}$		**ФП**			**ЧПФ**			
		А	В	С	А	В		С
Частных различий		$F_ф < F_{05}$	54	35	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$		0,5
Главных эффектов			17	18				0,3

Table 5

Photosynthetic potential and net photosynthesis productivity when applying Zero herbicide and different methods of autumn tillage (average 2017–2018)

Variety (A)	*Herbicide after harvesting the predecessor (B)*	*Autumn tillage (C)*					*Average B*	*Average A*
		Without treatment (k)	*Direct sowing*	*KN-4*	*PLN-4-35*	*BDT-3*		
PP, thousand m²×day/ha								
VNIIMK 620 (c)	*Without herbicide (c)*	*419*	*242*	*617*	*610*	*513*	*483*	*504*
	Zero, OS	*445*	*305*	*671*	*663*	*550*	*524*	
Severnyy	*Without herbicide (c)*	*410*	*249*	*626*	*615*	*531*		*504*
	Zero, OS	*429*	*299*	*652*	*672*	*554*		
Average C			*274*	*641*	*640*	*537*		
NPP, g/m² per day								
VNIIMK 620 (c)	*Without herbicide (c)*	*6,7*	*6,3*	*7,4*	*7,5*	*6,9*	*7,0*	*6,9*
	Zero, OS	*6,7*	*6,2*	*7,5*	*7,2*	*6,7*	*6,9*	
Severnyy	*Without herbicide (c)*	*6,7*	*6,4*	*7,5*	*7,6*	*6,7*		*7,0*
	Zero, OS	*6,8*	*6,1*	*7,8*	*7,6*	*6,7*		
Average C			*6,2*	*7,5*	*7,5*	*6,7*		
SSD_{05}		***PP***			***NPP***			
		A	*B*	*C*	*A*	*B*		*C*
Private differences		$F_ф < F_{05}$	*54*	*35*	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$		*0,5*
Major effects			*17*	*18*				*0,3*

За 2017–2018 гг. исследований наибольшую площадь листьев 10,8–10,9 тыс. м²/га растений сортов льна масличного сформировали в фазе цветения (таблица 4). Площадь листьев у сортов льна масличного не имела существенной разницы. В варианте с гербицидом Зеро площадь листовой поверхности у растений льна масличного была больше на 0,5 тыс. м²/га в фазе «елочка», на 0,7 тыс. м²/га в фазе цветения, на 0,3 тыс. м²/га в фазе желтой спелости, чем площадь листьев у растений в варианте без гербицида ($НСР_{05}$ главных эффектов В – 0,3 тыс. м²/га, 0,4 тыс. м²/га, 0,2 тыс. м²/га соответственно).

В вариантах с зяблевой обработкой почвы КН-4, ПЛН-4-35 и БДТ-3 площадь листьев у растений сортов льна масличного во все фазы вегетации была выше на 1,2–2,5 тыс. м²/га в фазе «елочка», на 2,4–4,1 тыс. м²/га – в фазе цветения, на 0,6–1,6 тыс. м²/га – в фазе ранней желтой спелости, в сравнении с площадью листьев у растений в контрольном варианте без зяби ($НСР_{05}$ главных эффектов С – 0,4 тыс. м²/га, 0,6 тыс. м²/га, 0,2 тыс. м²/га соответственно).

Площадь листьев в фазе цветения в вариантах с прямым посевом у сорта ВНИИМК 620 уступала на 5,9–7,9 тыс. м²/га на фоне применения гербицида Зеро и на 6,5–8,2 тыс. м²/га без гербицида Зеро к аналогичному показателю в вариантах с зяблевой обработкой почвы ($НСР_{05}$ частных различий С – 1,2 тыс. м²/га). У сорта Северный меньшую на 6,5–8,3 тыс. м²/га площадь листьев в фазе цветения отмечали в вариантах с прямым посевом на фоне с гербицидом Зеро и на 6,5–8,0 тыс. м²/га в вариантах с прямым посевом без гербицида, относительно площади листьев в вариантах с зяблевой обработкой почвы. Аналогичная закономерность изменения урожайности семян у сортов льна масличного была получена по перечисленным вариантам опыта.

Независимо от сорта и зяблевой обработки почвы гербицид Зеро способствовал увеличению на 41 тыс. м²×сут/га фотосинтетического потенциала (ФП) за вегетацию относительно данного показателя в вариантах без его применения при $НСР_{05}$ главных эффектов В – 17 тыс. м²×сут/га (таблица 7). ФП в вариантах с зяблевой обработкой почвы КН-4 или ПЛН-4-35 на фоне гербицида и без гербицида, существенно превышал на 97–375 тыс. м²×сут/га ФП у льна масличного ВНИИМК 620 и на 84–423 тыс. м²×сут/га у сорта Северный, чем ФП в других исследуемых вариантах с зяблевой обработкой почвы ($НСР_{05}$ частных различий С – 35 тыс. м²×сут/га).

Существенной разницы по чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) между вариантами с изучаемыми сортами и с гербицидом Зеро не наблюдали (таблица 5).

Зяблевая обработка почвы КН-4 или ПЛН-4-35 способствовала увеличению на 0,8 г/м² в сутки ЧПФ, по сравнению с данным показателем в вариантах без зяблевой обработки почвы ($НСР_{05}$ главных эффектов С – 0,4 г/м² в сутки).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, обработка стерни предшественника гербицидом сплошного действия Зеро способствовала в среднем за 2016–2018 гг. возрастанию урожайности семян на 0,6 ц/га, или на 7,0 %, относительно урожайности в вариантах без гербицида. В вариантах с применением КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3 наблюдали прибавку 1,8–3,2 ц/га или 23,1–41,0 % урожайности семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный относительно аналогичного показателя в вариантах без зяблевой обработки почвы. Урожайность семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 (10,8–11,3 ц/га) и Северный (10,3–11,3 ц/га) в вариантах с безотвальной зяблевой обработке почвы КН-4 существенно не различалась с урожайностью семян (10,7–10,9 ц/га и 10,9–11,3 ц/га соответственно) в вариантах с отвальной обработкой ПЛН-4-35. Мелкая обработка почвы БДТ-3 снижала урожайность семян на 1,4–1,6 ц/га (13–15 %) у сорта ВНИИМК 620 и на 1,4–1,8 ц/га (12–16 %) – у сорта Северный в сравнении с урожайностью в вариантах с обработкой КН-4 или ПЛН-4-35. В вариантах с использованием гербицида Зеро после уборки предшественника увеличивались на 0,7 тыс. м²/га площадь листьев в фазе цветения растений сортов льна масличного и на 41 тыс. м²×сут/га фотосинтетический потенциал за вегетацию, относительно аналогичных показателей в вариантах без гербицида. При зяблевой обработкой почвы КН-4 или ПЛН-4-35 сформировался наибольший ФП за вегетационный период существенно превышающий аналогичный показатель на 97–375 тыс. м²×сут/га у сорта ВНИИМК 620 и на 84–423 тыс. м²×сут/га у сорта Северный в контрольном варианте.

Библиографический список

1. Авдеенко А. П., Черненко В. В. Продуктивность масличных культур в зависимости от элементов технологии возделывания в условиях Ростовской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 1-3 (43). С. 8–10. DOI: 10.18454/IRJ.2016.43.055.
2. Вафина Э. Ф., Медведев В. В. Влияние применения гербицида и зяблевой обработки почвы на сбор сухого вещества рапсом // Актуальные вопросы кормопроизводства: состояние, проблемы, пути решения: сборник научных трудов Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ельчаниновой Надежды Николаевны. Самара, 2019. С. 30–34.
3. Ивенин А. В., Саков А. П. Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы на ее биологическую активность и урожайность гороха в Нижегородской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 3. С. 256–264. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.3.256-264.
4. Колесникова В. Г., Фатыхов И. Ш. Эффективность приемов зяблевой обработки почвы в технологии возделывания овса // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры земледелия и землеустройства Владимира Михайловича Холзакова. Ижевск, 2017. С. 138–141.

5. Корепанова Е. В., Фатыхов И. Ш. Современные технологические приемы возделывания сортов льна-долгунца в Среднем Предуралье // Сберегающее (биологическое) земледелие в современном сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции. Уфа, 2014. С. 105–107.
6. Лукомец В. М., Тильба В. А., Бочкарев Н. И. [и др.] Инновационные технологии возделывания масличных культур / Под общ. ред. академика РАН В. М. Лукомца. Краснодар, 2017. 256 с.
7. Мальцев Б. П. Системы обработки дерново-подзолистой суглинистой почвы в севооборотах адаптивно-ландшафтного земледелия // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2005. № 7. С. 51–60.
8. Николаев В. А., Мазиров М. А., Зинченко С. И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы // Земледелие. 2015. № 5. С. 18–20.
9. Пегова Н. А., Холзаков В. М. Ресурсосберегающая система обработки дерново-подзолистой почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 1 (44). С. 35–40.
10. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного: методические рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 52 с.
11. Печников Д. Н., Гореева В. Н., Корепанова Е. В., Фатыхов И. Ш. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на приемы предпосевной и послепосевной обработки почвы // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 3. С. 12–15.
12. Черкасов Г. Н., Пыхтин И. Г., Гостев А. В. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах // Земледелие. 2014. № 5. С. 13–16.
13. Dekemati I., Simon B., Vinogradov S. [et. al.]. The effects of various tillage treatments on soil physical properties, earthworm abundance and crop yield in Hungary // Soil & tillage research. 2019. T. 194. 104334. DOI: 10.1016/j.still.2019.104334.
14. Golebiowska H., Plaskowska E., Weber R. [et al.]. The effect of soil tillage and herbicide treatments on the incidence of Fusarium fungi genus in the grain of rye // Plant soil and environment. 2016. T. 62. Vol. 10. Pp. 435–440. DOI: 10.17221/647/2015-PSE.
15. Pudelko K., Mankowski J., Kolodziej J. Cultivation of Fiber and Oil Flax (Linum usitatissimum L.) in No-Tillage and Conventional Systems. Part II. Influence of No-Tillage and Use of Herbicides on Yield and Weed Infestation of Oil Flax and the Physical and Biological Properties of the Soil // Journal of natural fibers. 2015. T. 12. Vol. 1. Pp. 72–83. DOI: 10.1080/15440478.2014.897669.
16. Seehusen T., Hofgaard I. S.; Torresen K. S. [et al.]. Residue cover, soil structure, weed infestation and spring cereal yields as affected by tillage and straw management on three soils in Norway // Acta agriculturae scandinavica section b-soil and plant science. 2017. T. 67 Vol. 2. Pp. 93–109. DOI: 10.1080/09064710.2016.1221987.
17. Wozniak A., Rachon L. Effect of tillage systems on pea crop infestation with weeds // Archives of agronomy and soil science. 2019. T. 65. Vol. 7. Pp. 877–885. DOI: 10.1080/03650340.2018.1533956.
18. Wozniak A., Stepniowska A. Yield and quality of durum wheat grain in different tillage systems // Journal of elementology. 2017. T. 22. Vol. 3. Pp. 817–829. DOI: 10.5601/jelem.2016.21.4.1304.

Об авторах:
Вера Николаевна Гореева[1], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры растениеводства, ORCID 0000-0003-3115-7695, AuthorID 672548; *+7 904 276-30-55, goreeva_v_n@mail.ru*
Рамис Ракипович Галиев[1], аспирант, ORCID 0000-0003-0147-5959, AuthorID 956114; *+7 (341) 258-99-64, nir210@mail.ru*
Елена Витальевна Корепанова[1], доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры растениеводства, ORCID 0000-0002-7989-9455, AuthorID 541315; *+7 912 761-10-37, nir210@mail.ru*
Ильдус Шамилевич Фатыхов[1], доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой растениеводства, ORCID 0000-0003-0579-3284, AuthorID 661633; *+7 (341) 258-99-64, nir210@mail.ru*
[1] Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия

Effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage on yield and formation of the photosynthetic apparatus of oil flax varieties

V. N. Goreyeva[1]✉, R. R. Galiyev[1], E. V. Korepanova[1], I. S. Fatykhov[1]
[1] Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia
✉*E-mail: goreeva_v_n@mail.ru*

Abstract. The purpose of the research was to identify the effect of the Zero herbicide introduced after harvesting the predecessor, the methods of autumn tillage on the productivity, photosynthetic activity of oil flax plants of the varieties VNIIMK 620 and Severnyy. **Research Methods.** Studies on the tasks were carried out in 2016–2018 in the pilot plots of JSC "Uchkhoz Iyul'skoye Izhevskaya GSKHA" according to generally accepted methods. The previous crop for oil flax in the crop rotation was winter triticale. The experiments were laid on sod-podzolic medium loamy soil. **Results.** It was revealed that the Zero continuous herbicide introduced after harvesting the precursor contributed to an increase of 0.6 c/ha or 7.0 % in seed yield, relative to the yield in variants without herbicide. The autumn tillage of KN-4, PLN-4-35, BDT-3 soil ensured an increase in the

yield of seeds of oil flax varieties VNIIMK 620 and Severnyy 1.8–3.2 c/ha or 23.1–41.0 %, respectively, relative to the similar indicator in options without chaffing tillage. Subsurface autumn tillage of KN-4 soil in terms of seed yield of oil flax varieties VNIIMK 620 (10.8–11.3 c/ha) and Severnyy (10.3–11.3 c/ha) was not inferior to seed yield (10.7–10.9 c/ha and 10.9–11.3 c/ha, respectively) in the variant with dump processing PLN-4-35. Small tillage BDT-3 reduced seed yield by 1.4–1.6 c/ha (13–15 %) in the variety VNIIMK 620 and by 1.4–1.8 c/ha (12–16 %) in the variety Northern, in comparison with productivity in options with KN-4 or PLN-4-35. The treatment of the stubble of the precursor with the Zero continuous herbicide contributed to an increase of 0.7 thousand m^2/ha of the area of leaves of oil flax varieties in the flowering phase, photosynthetic potential (FP) by 41 thousand m^2×day/ha during the growing season, relative to similar parameters in the options no herbicide. The highest AF during the growing season of plants of oil flax varieties was formed in the variants with autumn tillage KN-4 and PLN-4-35, which significantly exceeded the similar indicator by 97–375 thousand m^2×day/ha for VNIIMK 620 and 84–423 thousand m^2×day/ha for the Severnyy variety in the control variant. **Scientific novelty.** In the conditions of the Middle Cis-Urals, for the first time, effective techniques for autumn tillage of sod-podzolic medium loamy soil in the technology of cultivating flax varieties of oilseed VNIIMK 620 and Severnyy were revealed. The effect of Zero herbicide, methods of heap, subsurface, small chaffinch tillage on the yield and photo-synthetic activity of oil flax varieties was established.

Keywords: oilseed flax, variety, Severnyy, VNIIMK 620, autumn tillage, Zero herbicide, yield, leaf area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity.

***For citation*:** Goreyeva V. N., Galiyev R. R., Korepanova E. V., Fatykhov I. Sh. Vliyaniye gerbitsida Zero i priyemov zyablevoy obrabotki pochvy na urozhaynost' i formirovaniye fotosinteticheskogo apparata sortov l'na maslichnogo [Effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage on yield and formation of the photosynthetic apparatus of oil flax varieties] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 2–12. DOI: … (In Russian.)

Paper submitted: 01.02.2020.

References

1. Avdeyenko A. P., Chernenko V. V. Produktivnost' maslichnykh kul'tur v zavisimosti ot elementov tekhnologii vozdelyvaniya v usloviyakh Rostovskoy oblasti [Oilseed productivity depending on the elements of cultivation technology in the Rostov region] // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. 2016. No. 1-3 (43). Pp. 8–10. DOI: 10.18454/IRJ.2016.43.055. (In Russian.)
2. Vafina E. F., Medvedev V. V. Vliyaniye primeneniya gerbitsida i zyablevoy obrabotki pochvy na sbor sukhogo veshchestva rapsom [The effect of the use of herbicide and autumn tillage on the collection of dry matter with rapeseed] // Aktual'nyye voprosy kormoproizvodstva: sostoyaniye, problemy, puti resheniya: sbornik nauchnykh trudov Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki RF, doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora El'chaninovoy Nadezhdy Nikolayevny. Samara, 2019. Pp. 30–34. (In Russian.)
3. Ivenin A. V., Sakov A. P. Vliyaniye sistem obrabotki svetlo-seroy lesnoy pochvy na ee biologicheskuyu aktivnost' i urozhaynost' gorokha v Nizhegorodskoy oblasti [The influence of light gray forest soil treatment systems on its biological activity and pea productivity in the Nizhny Novgorod region] // Agricultural Science Euro-North-East. 2019. Vol. 20. No. 3. Pp. 256–264. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.3.256-264. (In Russian.)
4. Kolesnikova V. G., Fatykhov I. Sh. Effektivnost' priyemov zyablevoy obrabotki pochvy v tekhnologii vozdelyvaniya ovsa [The effectiveness of the techniques of autumn tillage in oat cultivation technology] // Realizatsiya printsipov zemledeliya v usloviyakh sovremennogo sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 85-letiyu so dnya rozhdeniya doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora kafedry zemledeliya i zemleustroystva Vladimira Mikhaylovicha Kholzakova. Izhevsk, 2017. Pp. 138–141. (In Russian.)
5. Korepanova E. V., Fatykhov I. Sh. Sovremennye tekhnologicheskie priemy vozdelyvaniya sortov l'na-dolguntsa v Srednem Predural'e [Modern technological methods of cultivating flax varieties in the Middle Urals] // Sberegayushcheye (biologicheskoye) zemledeliye v sovremennom sel'skom khozyaystve: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ufa, 2014. Pp 105–107. (In Russian.)
6. Lukomets V. M., Tilba V. A., Bochkarev N. I. [et al.] Innovatsionnye tekhnologii vozdelyvaniya maslichnykh kul'tur [Innovative technologies for the cultivation of oilseeds] / Under the general editorship of the academician of the RAS V. M. Lukomets. Krasnodar, 2017. 256 p. (In Russian.)
7. Maltsev B. P. Sistemy obrabotki dernovo-podzolistoy suglinistoy pochvy v sevooborotakh adaptivno-landshaftnogo zemledeliya [Processing systems of sod-podzolic loamy soil in crop rotation of adaptive landscape agriculture] // Agricultural Science Euro-North-East. 2005. No. 7. Pp. 51–60. (In Russian.)
8. Nikolayev V. A., Mazirov M. A., Zinchenko S. I. Vliyaniye raznykh sposobov obrabotki na agrofizicheskiye svoystva i strukturnoye sostoyaniye pochvy [The influence of different processing methods on the agrophysical properties and structural state of the soil] // Zemledelie. 2015. No. 5. Pp. 18–20. (In Russian.)
9. Pegova N. A., Kholzakov V. M. Resursosberegayushchaya sistema obrabotki dernovo-podzolistoy pochvy [Resource-saving system for processing sod-podzolic soil] // Agricultural Science Euro-North-East. 2015. No. 1 (44). Pp. 35–40. (In Russian.)

10. Perspektivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva l'na maslichnogo: meto-dicheskie rekomendatsii [Promising resource-saving technology for the production of oil flax: method rivers]. M.: Federal State Institution "Rosinformagroteh", 2010. 52 p. (In Russian.)
11. Pechnikov D. N., Goreeva V. N., Korepanova E. V., Fatykhov I. Sh. Reaktsiya l'na maslichnogo VNIIMK 620 na priemy predposevnoy i posleposevnoy obrabotki pochvy [The reaction of flax of the masculine VNIIMK 620 to the methods of pre-sowing and post-sowing tillage] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. Vol. 31. No. 3. Pp. 12–15. (In Russian.)
12. Cherkasov G. N., Pykhtin I. G., Gostev A. V. Vozmozhnost' primeneniya nulevykh i poverkhnostnykh sposobov osnovnoy obrabotki pochvy v razlichnykh regionakh [The possibility of applying zero and surface methods of primary tillage in various regions] // Zemledelie. 2014. No. 5. Pp. 13–16. (In Russian.)
13. Dekemati I., Simon B., Vinogradov S. [et. al.]. The effects of various tillage treatments on soil physical properties, earthworm abundance and crop yield in Hungary // Soil & tillage research. 2019. T. 194. 104334. DOI: 10.1016/j.still.2019.104334.
14. Golebiowska H., Plaskowska E., Weber R. [et al.]. The effect of soil tillage and herbicide treatments on the incidence of Fusarium fungi genus in the grain of rye // Plant soil and environment. 2016. T. 62. Vol. 10. Pp. 435–440. DOI: 10.17221/647/2015-PSE.
15. Pudelko K., Mankowski J., Kolodziej J. Cultivation of Fiber and Oil Flax (Linum usitatissimum L.) in No-Tillage and Conventional Systems. Part II. Influence of No-Tillage and Use of Herbicides on Yield and Weed Infestation of Oil Flax and the Physical and Biological Properties of the Soil // Journal of natural fibers. 2015. T. 12. Vol. 1. Pp. 72–83. DOI: 10.1080/15440478.2014.897669.
16. Seehusen T., Hofgaard I. S.; Torresen K. S. [et al.]. Residue cover, soil structure, weed infestation and spring cereal yields as affected by tillage and straw management on three soils in Norway // Acta agriculturae scandinavica section b-soil and plant science. 2017. T. 67 Vol. 2. Pp. 93–109. DOI: 10.1080/09064710.2016.1221987.
17. Wozniak A., Rachon L. Effect of tillage systems on pea crop infestation with weeds // Archives of agronomy and soil science. 2019. T. 65. Vol. 7. Pp. 877–885. DOI: 10.1080/03650340.2018.1533956.
18. Wozniak A., Stepniowska A. Yield and quality of durum wheat grain in different tillage systems // Journal of elementology. 2017. T. 22. Vol. 3. Pp. 817–829. DOI: 10.5601/jelem.2016.21.4.1304.

Authors' information:

Vera N. Goreyeva[1], candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of plant production, ORCID 0000-0003-3115-7695, AuthorID 672548; *+7 904 276-30-55, goreeva_v_n@mail.ru*
Ramis R. Galiyev[1], postgraduate, ORCID 0000-0003-0147-5959, AuthorID 956114; *+7 (341) 258-99-64, nir210@mail.ru*
Elena V. Korepanova[1], doctor of agricultural sciences, associate professor, professor of the department of plant production, ORCID 0000-0002-7989-9455, AuthorID 541315; *+7 912 761-10-37, nir210@mail.ru*
Ildus S. Fatykhov[1], doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of plant production,
ORCID 0000-0003-0579-3284, AuthorID 661633; *+7 (341) 258-99-64, nir210@mail.ru*
[1] Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia