Резервы повышения продуктивности ярового рапса в лесостепных агроландшафтах Западной Сибири

Л.В. Юшкевич,

доктор сельскохозяйственных наук

О.Ф. Хамова,

кандидат биологических наук

А.Г. Щитов,

кандидат сельскохозяйственных наук

Е.В. Кубасова,

кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «Омский АНЦ»

644012, г. Омск-12, пр-т Королева, 26

Тел./факс: (3812) 77-68-87, 77-69-21

E-mail: agrnc55@gmail.com

Для цитирования: Юшкевич Л.В., Хамова О.Ф., Щитов А.Г., Кубасова Е.В. Резервы повышения продуктивности ярового рапса в лесостепных агроландшафтах Западной Сибири // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 2 (178). – С. 55–60.

Ключевые слова: агроландшафт, рапс, система обработки почвы, средства химизации, биологическая активность, засоренность, инсектициды, вредители, урожайность, способы уборки.

В Западной Сибири рапс – важный источник кормового белка, растительного масла и кормов. В 2013–2017 гг. в южно-лесостепной зоне в стационарном 4-польном севообороте «Омского АНЦ» изучали по фонам трех систем обработки почвы пять вариантов средств химизации. При изучении технологических приемов возделывания рапса на маслосемена оптимальные влагозапасы (169 мм) и более экономный коэффициент водопотребления (119 мм/т) складывались к посеву на ресурсосберегающей плоскорезной обработке почвы. Максимальное подавление сорного компонента отмечалось на варианте комплексной химизации со снижением биомассы сорняков до очень низкого уровня – 2,9–3,6 % (в 14,4 раза) без существенных различий между системами обработки почвы с преобладанием мятликовых и корнеотпрысковых сорняков. Комплексное применение гербицидов, удобрений и инсектицидов повышало урожайность маслосемян рапса с 0,64 до 2,22 т/га, или в 3,5 раза, с увеличением содержания белка и масличности на 1,13–1,91 % относительно кон-

троля (без химизации) при преимуществе плоскорезной обработки почвы. Остатков экотоксикантов в зерне не обнаружено. Из способов уборки рапса в лесостепи предпочтителен двухфазный, с дозреванием рапса в валках до девяти суток. В лесостепных агроландшафтах Омской области необходимо расширение посевов рапса до 220–250 тыс. га, или 5–7 % от площади пашни. Применение ресурсосберегающих обработок почвы под пшеницу, следующую после рапса, в сочетании с использованием средств комплексной химизации положительно воздействовало на количественные показатели и активность почвенной микрофлоры. Наибольшей численностью микроорганизмов и суммарной биологической активностью при применении удобрений и пестицидов (комплексная химизация) отличался вариант плоскорезной обработки почвы – 120 % (при уровне на контроле с применением вспашки 100 %).

UDC 631.5:633.85.494 (571.1)

Reserves for increasing the productivity of spring rapeseed in the forest-steppe cultivated lands of Western Siberia.

L.V. Yushkevich, doctor of agriculture

O.F. Khamova, PhD of biology

A.G. Shchitov, PhD of agriculture

E.V. Kubasova, PhD of agriculture

Omsk agricultural research center,

26 Korolev prospect, Omsk, 644012, Russia

E-mail: agrnc55@gmail.com

Key words: cultivated land, rapeseed, soil treatment system, chemicals, biological activity, weed infestation, insecticides, pests, productivity, methods of harvesting.

In Western Siberia, rapeseed is an important source of fodder protein, vegetable oil and feeds. In 2013–2017, in the southern forest-steppe zone in the stationary 4-field crop rotation of Omsk agricultural research center we studied five variants of chemicals using three soil treatment systems. When studying the technological methods of rapeseed cultivation for oilseeds, the optimal moisture reserves (169 mm) and a more economic coefficient of water consumption (119 mm/t) were manifested on the sowing on resource-saving flat cut soil treatment. The maximum suppression of the weed component was noted in the variant of complex chemicalization with a decrease in the weeds biomass to a very low level of 2.9–3.6 % (by 14.4 times) without significant differences between the soil treatment systems with prevailing bluegrass and offset weeds. The combined application of herbicides, fertilizers and insecticides increased the yield of rapeseed oilseeds from 0.64 to 2.22 t/ha, or by 3.5 times, with an increase in protein and oil content by 1.13–1.91 % in comparison with control

(without chemicalization) with an advantage of the flat cut soil treatment. No residues of ecotoxants were found in the grain. Two-phase method of rapeseed harvesting is preferable in forest-steppe, with the afterripening of rapeseed in windrows for up to nine days. In the forest-steppe cultivated lands of the Omsk region, rapeseed sowings should be expanded to 220-250 thousand hectares, or to 5-7 % of arable land. The application of resource-saving soil treatments for wheat, which is sown after rapeseed, in combination with the use of complex chemicalization had a positive effect on the quantitative indicators and activity of the soil microflora. The variant of flat cut soil treatment had the largest number of microorganisms and total biological activity when using fertilizers and pesticides (complex chemicalization) - 120 % (in comparison with control using plowing, which had 100 %).

Введение. В настоящее время в странах с развитым сельским хозяйством, особенно расположенных в зонах с умеренным климатом, интенсивно наращивается производство рапса. Опыт европейских стран и Канады свидетельствует о том, что проблема белка для комбикормовой промышленности и производства масла могут быть решены за счет освоения культуры рапса. С применением современных технологий выращивания рапса Канада, Швеция, Германия, Финляндия и другие страны освободились от зависимости поставок соевого шрота из США и растительного масла из других стран. Широкое внедрение этой ценнейшей масличной и кормовой культуры в Западной Сибири – важнейший источник пополнения ресурсов растительного масла и белка кормов. Данные зарубежных и отечественных исследований свидетельствуют о том, что наиболее эффективно выращивание безэруковых и низкоглюкозинолатных сортов, масло которых – отличный пищевой продукт, а жмых и шрот – источник протеина для животных [1; 2; 3].

Преимущество рапса перед другими сельскохозяйственными культурами обусловлено скороспелостью, холодостойкостью, высоким коэффициентом размножения, использованием продукции в различных направлениях.

В Омской области освоение культуры рапса на семена началось с 1982 г. (3,9 тыс. га), уже в 1983 г. посевы только на маслосемена увеличились до 30 тыс. га при урожайности 0,6–0,7 т/га. В 90-е годы XX века, в связи с известными организационно-экономическими причинами и резкими сокращениями животноводства, площади возделывания культуры существенно сократились. В начале XXI века, в том числе в связи с завершением строительства Таврического рапсового перерабатывающего завода (Омская область, Таврический район), началось расширение посевов рапса. Так, в 2009 г. площадь возделывания культуры на маслосемена в регионе составила 21,5 тыс. га, в 2015 г. – 56,9 и в 2018 г. достигла 155 тыс. га, или за 10 лет увеличилась в 7,2 раза при урожайности менее 1,0 т/га. Повышение продуктивности рапса достигается при интенсивной технологии возделывания культуры [4].

В этой связи целью исследований было установить влияние технологических приемов с применением средств интенсификации на семенную продуктивность яровой рапса в лесостепи Западной Сибири.

Материалы и методы. Изучение технологических приемов возделывания рапса на маслосемена проводили в 2013–2017 гг. в лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий в южно-лесостепной зоне «Омского АНЦ» Омской области.

Яровой рапс (гибрид «Сальса КЛ») высевали в четырехпольном плодосменном севообороте с чередованием культур: рапс яровой – пшеница яровая – соя – пшеница яровая.

В двухфакторном стационарном опыте изучали три системы обработки почвы и пять вариантов применения средств интенсификации.

Применяли следующие системы обработки почвы:

- 1) отвальную (вспашка на 20–22 см, ежегодно);
- 2) комбинированную (без основной обработки под рапс, вспашка под сою, плоскорезная обработка под зерновые);

3) плоскорезную (на 10–12 см, ежегодно).

Варианты с применением средств химизации включали: контроль (без химизации), применение в различных сочетаниях гербицидов (Нопасаран – 0,8–1,0 л/га), удобрений ($N_{45}P_{45}$), инсектицидов (Би-58 Новый – 1,0–1,2 л/га). Обработку посевов проводили опрыскивателем ОП-2000 с расходом жидкости 200–300 л/га.

Посев рапса – 20–25 мая рядовым способом сеялкой СН-16 с нормой высева 3 кг/га (600–700 тыс. всхожих семян на гектар), уборка учетных делянок однофазная комбайном Сампо-130. Повторность 4-кратная.

Микробиологические исследования проводили стандартными общепринятыми методами [5].

Результаты и обсуждение. Установлено, что перед посевом ярового рапса содержание $N-NO_3$ в слое почвы 0–40 см по всем вариантам было средним (около 10 мг/кг), после уборки, в связи с интенсивным потреблением нитратного азота, уменьшалось до низкого уровня (5,2–5,6 мг/кг). Обеспеченность почвы подвижным фосфором (по Чирикову) оценивалась как повышенная (116–140 мг/кг), обменным калием – очень высокая (более 250 мг/кг).

К посеву рапса оптимальное увлажнение (169 мм) и более экономный коэффициент водопотребления (119 мм/т семян) отмечались на плоскорезной системе обработки почвы. На фоне комплексной химизации, в основном из-за повышения продуктивности рапса, водопотребление на единицу продукции снижалось в среднем в 3,4 раза.

Засоренность посевов рапса в значительной степени определялась технологией возделывания культуры. Так, на контроле (без химизации) степень засорения посевов была очень сильной (42,7–50,5 % от биомассы), с преобладанием мятликовых и корнеотпрысковых сорняков. Обработка посевов рапса гербицидом способствовала подавлению численности

(в 5,1 раза) и биомассы сорняков до низкого уровня (6,1 %). Максимальное снижение сорного компонента в посевах рапса происходило при комплексном применении средств интенсификации со снижением биомассы сорняков до очень низкого уровня – 2,9–3,6 % (в 14,4 раза), без существенных различий между вариантами обработки почвы (табл. 1).

Таблица 1

Засоренность посевов рапса в зависимости от технологии возделывания, 2013–2017 гг.

Система обработки почвы (фак- тор А)	Вариант химизации (фактор В)						Среднее по факто- ру А	
	контроль (без хими- зации)		гербицид		комплекс- ная хими- зация			
	г/м ²	от био- мас- сы, %	г/м ²	от био- мас- сы, %	г/м ²	от био- мас- сы, %	г/м ²	от био- мас- сы, %
Отвальная	616	50,5	101	5,4	54	3,6	257	19,8
Комбиниро- ванная	508	42,7	96	4,8	52	3,1	219	16,9
Плоскорез- ная	648	45,4	148	8,1	48	2,9	281	18,8
Среднее по фактору В	591	46,2	115	6,1	51	3,2		

Включение рапса в полевые севообороты приводит к снижению распространенности корневых гнилей зерновых культур в период кущения растений. В повторных посевах пшеницы после пшеницы данные показатели были выше в 1,3–1,5 раза. В посевах пшеницы, высеваемой после рапса, фитосанитарное состояние улучшается в связи со снижением активности возбудителя – гриба *Bipolaris sorokiniana* [6]. Урожайность яровой пшеницы по рапсовому предшественнику повышалась на 0,42 т/га.

Исследования показали, что наиболее высокая численность микроорганизмов под пшеницей, следующей после рапса, была при ресурсосберегающей плоскорезной обработке и применении средств комплексной химизации и составляла 253,4 млн КОЕ/г. Количество нитрификаторов на фоне комплексной химизации возросло на 45 % в сравнении с контролем без удобрений при плоскорезной обработке. Существенных изменений в

численности других определяемых групп бактерий и грибов при различных технологиях возделывания пшеницы после рапса не отмечалось. При исследовании целлюлозолитической активности почвы, по которой можно судить о ее эффективном плодородии [7], наблюдалась тенденция усиления процесса разложения целлюлозы при плоскорезной обработке – на 23,6 % к отвальной технологии. Применение комплексной химизации нивелировало эти различия: 45,1 % разложения целлюлозы при вспашке, 48,2 % – при плоскорезной обработке.

Нитрификационная способность почвы является одним из показателей ее биологической активности, характеризующим накопление азота нитратов в благоприятных условиях при компостировании. На контроле, без внесения удобрений и применения пестицидов, она составила при разных технологиях обработки почвы 22–25 мг/кг. При применении комплексной химизации на фоне плоскорезной обработки нитратонакопление возрастало на 28,5 % по отношению к вспашке, возможно, за счет сохранившихся растительных остатков предшественника (рапса) [6].

По величине суммарной биологической активности, учитывающей в относительных процентах все определяемые показатели [8], вариант плоскорезной обработки почвы в сочетании с применением средств комплексной химизации был наибольшим, составляя 120 % (контроль – отвальная обработка – 100 %) (табл. 2).

В условиях Западной Сибири отмечается до 20 видов вредителей, которые могут вызвать гибель посевов или существенно снизить продуктивность рапса, поэтому получить высокий урожай культуры без средств защиты растений, включая инсектициды, невозможно. Основными вредителями на яровом рапсе при проведении исследований были крестоцветные блошки и рапсовый цветоед. Заселение популяции капустной моли отмечалось в 2013 и 2015 гг., капустной белянки – летом 2014 г.

Таблица 2

Биологическая активность лугово-черноземной почвы под пшеницей после рапса в зависимости от технологии обработки почвы и применения средств химизации (слой 0–20 см), n = 9

Вариант	Численность микроорганизмов, КОЕ/г						Интенсивность разложения целлюлозы, %	Нитрификационная способность, N-NO ₃ , мг/кг	Суммарная биологическая активность, %
	бактерий, растущие на МПА, млн	микроорганизмы на КАА, млн	фосфатомобилизующие, млн	нитрификаторы, тыс.	грибы, тыс.	Общее количество м/о, млн			
Контроль (без химизации)									
Отвальная	27,6	27,7	70,1	1,14	35,8	210,8	34,7	22,2	100
Комбинированная	24,5	26,3	57,9	1,30	38,3	171,4	36,0	21,8	100
Плоскорезная	30,3	29,2	73,2	1,31	48,0	222,6	42,9	25,3	113
Комплексная химизация									
Отвальная	29,4	31,3	72,3	1,28	23,0	220,0	45,1	20,7	102
Комбинированная	29,5	29,6	63,4	1,63	44,5	203,0	38,4	22,6	107
Плоскорезная	32,3	35,9	90,0	1,91	44,1	253,4	48,2	26,6	120

Применение инсектицида приводило к резкому снижению численности вредителей, что способствовало повышению продуктивности рапса (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность рапса (т/га) в зависимости от системы обработки почвы и применения средств химизации, 2013–2017 гг.

Вариант химизации (фактор В)	Система обработки почвы (фактор А)			Среднее по фактору В НСР ₀₅ 0,12 т/га
	отвальная	комбинированная	плоскорезная	
Контроль	0,68	0,63	0,61	0,64
Гербицид	1,68	1,43	1,58	1,56
Гербицид + удобрения	1,77	1,56	1,67	1,67
Гербицид + удобрения + инсектициды в фазе всходов	1,98	1,91	2,08	1,99
Гербицид + удобрения + инсектициды в фазе всходов + в фазе трубкования (комплексная химизация)	2,19	2,15	2,31	2,22
Среднее по фактору А НСР ₀₅ = 0,18 т/га	1,66	1,54	1,65	

Наблюдения показали, что комплексное применение средств химизации повышало биомассу снопа с 1 м² на 303 г (в 2,2 раза), высоту растений – до 109 см (на 18,5 %), количество стручков на растении – до 172 шт. (в 1,8 раза), что способствовало повышению семенной продуктивности рапса. Так, на контроле урожайность рапса составила в среднем 0,64 т/га. Совместное применение гербицида и удобрений способствовало повышению урожайности до 1,67 т/га, или в 2,6 раза.

Биологическая эффективность инсектицида «Би-58 Новый» в среднем по вариантам обработки почвы составила: отвальной – 78 %, комбинированной – 78 %, плоскорезной – 83 %, что способствовало при однократной обработке инсектицидом в начале вегетации повышению продуктивности рапса в среднем на 0,32 т/га (19,2 %), а с дополнительным применением в фазе бутонизации – до 2,22 т/га, или на 0,55 т/га (32,9 %).

В целом, комплексное применение средств интенсификации способствует устранению лимитирующих факторов роста продуктивности рапса на маслосемена (питательный режим, засоренность агрофитоценоза, вредители культуры) и обеспечивает повышение урожайности с 0,64 до 2,22 т/га, или в 3,5 раза. Если на контроле (без химизации) или при ограниченном применении средств интенсификации проявляется преимущество отвальной системы обработки почвы (на 0,07–0,21 т/га), то при комплексной химизации – ресурсосберегающей плоскорезной – до 0,10–0,12 т/га с сокращением энергозатрат на 18–25 %.

Качество семян рапса по содержанию белка находилось в пределах 21,5–23,0 %, а масличность – на высоком уровне – 44,4–46,3 %. Применение комплексной химизации способствовало повышению в семенах рапса белка и жира на 1,13 и 1,91 % относительно контрольного варианта. Остатков пестицидов в зерне не обнаружено.

Установлено, что рапс созревает неравномерно вследствие растянутого периода цветения культуры, но оптимальный срок косовицы – восковая спелость при влажности семян 31–38 %, когда формируется максимальная продуктивность и качество маслосемян. В это время нижние листья опадают, около половины стручков приобретают лимонно-зеленую окраску. Из способов уборки рапса в лесостепи более эффективен двухфазный, с дозреванием рапса в валках до 9 суток. При однофазной уборке дозревание семян растянуто до 24 суток, десикация посевов сокращает сроки обмола на 5–9 суток при снижении всхожести семян до 8 %.

Допустимый предел влажности семян при зимнем хранении 10,5 %, при длительном хранении влажность семян необходимо снижать до 7–8 %. Хранение семян рапса с исходной влажностью 12 % снижает урожайность в потомстве на 0,17–0,29 т/га по сравнению с семенами, хранившимися при влажности 8 % [2].

В связи с высокой ценностью и экономической эффективностью рапса как культуры и предшественника необходимо расширение его посевов в Омской области до 200–250 тыс. га, или 5–7 % от площади пашни, с концентрацией посевов в более увлажненных лесостепных агроландшафтах.

Выводы. 1. Преимущество рапса перед другими сельскохозяйственными культурами обусловлено скороспелостью, холодостойкостью, высоким коэффициентом размножения, значительным продуктивным потенциалом, использованием культуры в различных направлениях.

2. К посеву рапса наибольшее увлажнение (169 мм) и более экономный коэффициент водопотребления (119 мм/т семян) отмечались на ресурсосберегающей плоскорезной обработке почвы. На фоне комплексной химизации, в основном из-за повышения продуктивности рапса, водопотребление на единицу продукции снижается в среднем в 3,4 раза.

3. Максимальное подавление сорного компонента, представленного в основном мятликовыми и корнеотпрысковыми видами, происходит в варианте с комплексной химизацией при снижении биомассы сорняков до очень низкого уровня – 2,9–3,6 % (в 14,4 раза), без существенных различий между вариантами обработки почвы.

4. При оценке суммарной биологической активности пахотного слоя лугово-черноземной почвы под пшеницей после рапса вариант плоскорезной обработки превышал вспашку (100 %) на 13 %. Применение комплексной химизации увеличило этот показатель до 120 %.

5. Совместное применение гербицидов, удобрений и инсектицидов обеспечивает повышение урожайности маслосемян рапса с 0,64 до 2,22 т/га, или в 3,5 раза относительно контроля (без химизации), при преимуществе ресурсосберегающей плоскорезной обработки почвы.

6. Качество семян рапса по содержанию белка находилось в пределах 21,5–23,0 %, а масличность – на высоком уровне – 44,4–46,3 %. При интенсивной технологии содержание белка и жира повышалось соответственно на 1,13 и 1,91 %. Остатков экотоксикантов в зерне не обнаружено.

7. Из способов уборки рапса в лесостепи более эффективен двухфазный, с дозреванием валков до 9 суток. При однофазной уборке дозревание семян растянуто до 24 суток, десикация посевов сокращает сроки обмолота на 5–9 суток при снижении всхожести семян.

8. В связи с высокой ценностью и экономической эффективностью рапса как культуры и предшественника на перспективу необходимо расширение его посевов в Омской области до 220–250 тыс. га, или 5–7 % от площади пашни, с концентрацией их в более увлажненных лесостепных агроландшафтах.

Список литературы

1. Милащенко Н.З. Рапс в Омской области. – Омск, 1983. – 78 с.

2. Зерфус В.М. Обоснование зонального размещения технологии возделывания рапса и сурепицы в Западной Сибири: автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 – Растениеводство. – Омск, 1993. – 34 с.

3. Щитов А.Г., Юшкевич Л.В. Рапс на маслосемена – это выгодно // Настоящий фермер. – 2005. – № 5. – С. 9–10.

4. Кубасова Е.В. Факторы регулирования численности рапсового цветоеда в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник ОмГАУ. – 2016. – № 3 (23). – С. 63–67.

5. Звягинцев Д.Г., Асеева И.В., Бабьева И.П., Мирчинк Т.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М., 1980. – 224 с.

6. Зерфус В.М., Хамова О.Ф. Развитие микрофлоры и биологическая активность почвы при интенсивной технологии возделывания рапса и пшеницы // Сиб. вестник с.-х. науки. – 1991. – № 1. – С. 7.

7. Тихомирова Л.Д. Биологический метод определения плодородия почвы // Сиб. вестник с.-х. науки. – 1972. – № 5. – С. 15–19.

8. Карягина Л.А. Микробиологические основы повышения плодородия почв. – Минск, 1983. – 181 с.

References

1. Milashchenko N.Z. Raps v Omskoy oblasti. – Omsk, 1983. – 78 s.

2. Zerfus V.M. Obosnovanie zonal'nogo razmeshcheniya tekhnologii vozdel'yvaniya rapsa i surepicy v Zapadnoy Sibiri: avtoref. dis... d-ra s.-kh. nauk: 06.01.09 – rasteniyevodstvo. – Omsk, 1993. – 34 s.

3. Shchitov A.G., Yushkevich L.V. Raps na maslosemena – ehto vygodno // Nastoyashchiy fermer. – 2005. – № 5. – S. 9–10.

4. Kubasova E.V. Faktory regulirovaniya chislennosti rapsovogo cvetoeda v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri // Vestnik OmGAU, 2016. – № 3 (23). – S. 63–67.

5. Zvyagincev D.G., Aseeva I.V., Bab'eva I.P., Mirchink T.G. Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii. – M., 1980. – 224 s.

6. Zerfus V.M., Hamova O.F. Razvitie mikroflory i biologicheskaya aktivnost' pochvy pri intensivnoy tekhnologii vozdel'yvaniya rapsa i pshenicy // Sib. vestnik s.-kh. nauki. – 1991. – № 1. – S. 7.

7. Tihomirova L.D. Biologicheskiy metod opredeleniya plodorodiya pochvy // Sib. vestnik s.-kh. nauk. – 1972. – № 5. – S. 15–19.

8. Karyagina L.A. Mikrobiologicheskie osnovy povysheniya plodorodiya pochv. – Minsk, 1983. – 181 s.

Получено: 05.03.2019 Принято: 30.04.2019

Received: 05.03.2019 Accepted: 30.04.2019