

**Валентина Леонидовна Бопп**

Красноярский государственный аграрный университет, проректор по науке, кандидат биологических наук, доцент, Красноярск, Россия, vl\_kolesnikova@mail.ru

**Анатолий Николаевич Халипский**

Красноярский государственный аграрный университет, заведующий кафедрой растениеводства, селекции и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Красноярск, Россия, andchurakov@gmail.com

**Андрей Андреевич Чураков**

Красноярский государственный аграрный университет, руководитель Центра селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, Красноярск, Россия, andchurakov@gmail.com

**Дмитрий Николаевич Ступницкий**

Красноярский государственный аграрный университет, доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, Красноярск, Россия, stupdn@mail.ru

### ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Проведены многолетние (2018–2020 гг.) полевые эксперименты с целью изучения влияния гербицидов производственной системы Clearfield на вегетальную растительность и урожайность маслосемян новых гибридов ярового рапса в условиях Красноярской лесостепи. Объекты исследований – гербициды химического класса имидазолиноны и устойчивые к имидазолинонам гибриды ярового рапса Солар КЛ и Цебра КЛ. Почва опытного поля – комплекс выщелоченных и обыкновенных черноземов. Погодные условия периодов вегетации отличались от среднемноголетних данных дефицитом влаги в 2018 и 2019 гг., достаточным увлажнением в 2020 г. на фоне повышенных среднемесячных температур воздуха. Сроки сева ярового рапса – 3-я декада мая, норма высева – 0,7 млн всхожих зерен на 1 га. Определен видовой состав вегетальной растительности рапсового агроценоза. Тип засорения – корнеотпрысково-малолетний. Опрыскивание посевов от сорняков проводилось в фазе развития ярового рапса 4–5-й настоящий лист. Однократно совместно применяли гербицид избирательного действия Парадокс, ВРК в дозе 0,35 л/га и гербицид сплошного действия Грейдер, ВГР в дозе 0,06 л/га, для усиления контакта препарата с поверхностью растений использовали адьювант Галоп, Ж в дозе 0,2 л/га. Под воздействием смеси гербицидов в агрофитоценозе ярового рапса установлено снижение сорного компонента на 98,4 %. На делянках с применением гербицидных препаратов зафиксировано увеличение урожайности маслосемян у гибрида Солар КЛ в 1,6 раза, у гибрида Цебра КЛ – в 1,8 раза. Наиболее высокая экономическая эффективность использования гербицидов системы Clearfield отмечена на посевах гибрида Цебра КЛ – 312 процентных пунктов.

**Ключевые слова:** агроценоз, гербициды, Clearfield, сорняки, урожайность, маслосемена, эффективность, Красноярская лесостепь.

**Valentina L. Bopp**

Krasnoyarsk State Agrar University, Vice-Rector for Science, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk, Russia, vl\_kolesnikova@mail.ru

**Anatoly N. Khalipsky**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Head of the Department of Plant Production, Breeding and Seed Production, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk, Russia, andchurakov@gmail.com

**Andrey A. Churakov**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Head of the Center for Breeding and Seed Production, Candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk, Russia, andchurakov@gmail.com

**Dmitry N. Stupnitsky**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Associate Professor at the Department of Plant Production, Breeding and Seed Production, Candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk, Russia, stupdn@mail.ru

## APPLICATION OF HERBICIDES IN SPRING RAPE SEEDS IN THE CONDITIONS OF KRASNOYARSK FOREST STEPPE

*Long-term (2018–2020) field experiments were carried out to study the effect of herbicides of the Clearfield production system on segetal vegetation and the yield of oilseeds of new hybrids of spring rape under the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. The objects of research are herbicides of the chemical class imidazolinones and imidazolinone-resistant hybrids of spring rape Solar KL and Cebra KL. The soil of the experimental field is a complex of leached and ordinary chernozems. The weather conditions during the growing season differed from the average long-term data by the moisture deficit in 2018 and 2019, and by sufficient moisture in 2020 against the background of increased average monthly air temperatures. The sowing time for spring rape is the 3rd decade of May, the seeding rate is 0.7 million viable grains per hectare. The species composition of the segetal vegetation of the rapeseed agrocenosis has been determined. The type of blockage is juvenile-root-sprouting. Spraying of crops from weeds was carried out in the development phase of spring rape 4–5 true leaves. The selective herbicide Paradox, WRC at a dose of 0.35 L/ha and the continuous herbicide Grader, WGR at a dose of 0.06 L/ha were combined once; adjuvant Galop, W at a dose of 0.2 was used to enhance the contact of the drug with the plant surface. l/ha. Under the influence of a mixture of herbicides in the agrophytocenosis of spring rape, a decrease in the weed component by 98.4 % was established. On plots with the use of herbicide preparations, an increase in the yield of oilseeds was recorded in the Solar KL hybrid by 1.6 times, in the Cebra KL hybrid – by 1.8 times. The highest economic efficiency of the use of Clearfield system herbicides was noted on the crops of the Cebra KL hybrid – 312 percentage points.*

**Keywords:** *agrocenosis, herbicides, Clearfield, weeds, yield, oil seeds, efficiency, Krasnoyarsk forest-steppe.*

**Введение.** Рапс – важнейшая сельскохозяйственная культура, используется на кормовые и пищевые цели [1], применение его в качестве сидерата приводит не только к обогащению почвы органическим веществом [2], но и к улучшению фитосанитарного состояния посевов последующих культур [3].

В связи с развитием торговых связей с Юго-Восточной Азией, а также с повышением спроса на внутреннем рынке, площади посева ярового рапса и его валовое производство в Красноярском крае резко возросли.

Для обеспечения повышения продуктивности ярового рапса возникает необходимость поиска новых генотипов, адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям, а также подбора эффективных мероприятий по защите растений от вредных объектов.

К лимитирующим факторам, ограничивающим раскрытие генетического потенциала сортов и гибридов ярового рапса, относится засоренность посевов. Потери урожая от конкуренции со стороны сорной растительности могут достигать 30 % и более [4].

В рапосеющих регионах мира и нашей страны довольно широкое распространение получила система Clearfield, которая представляет собой сочетание гербицида селективного действия и высокопродуктивных гибридов ярового рапса, устойчивых к гербицидам на основе имидазолинонов [5].

**Цель исследований.** Изучить эффективность гербицидов производственной системы Clearfield на посевах новых гибридов ярового рапса.

**Материал и методика исследований.** Эксперимент проведен в УНПК «Борский» Красноярского ГАУ, в Красноярской лесостепи в 2018–2020 гг. Климат резко континентальный, средне-многолетняя сумма осадков – 365 мм, средне-многолетняя сумма активных температур (выше 10 °С) находится в пределах 1550–1650 °С.

Почвенный покров опытного поля представлен комплексом черноземов выщелоченных и обыкновенных мало-, среднемощных тяжело-суглинистого гранулометрического состава [6]. Почвы опытного участка характеризуются высоким и средним содержанием гумуса (9,1–5,1 %), нейтральной реакцией среды (pH<sub>H2O</sub> – 6,6–6,8),

высокой суммой обменных оснований (44–62 мг-экв/100 г). В пахотном слое черноземов содержится 141,9–233,0 мг/кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (низкая–повышенная обеспеченность), 229,0–234,2 (очень высокая обеспеченность) мг/кг K<sub>2</sub>O.

Погодные условия характеризовались весенне-летней засухой в 2018 г., дефицитом влаги в мае, июле и августе в 2019 г., достаточным увлажнением для роста и развития ярового рапса в 2020 г. на фоне повышенных температур в течение исследуемого периода (табл. 1).

Таблица 1

**Метеорологические показатели в годы наблюдений**

Год	Месяц				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Средняя температура воздуха, °С					
2018	8,1	20,6	18,5	18,4	10,0
2019	9,7	18,7	19,5	18,9	11,0
2020	12,9	14,5	18,0	16,8	9,5
Среднемноголетнее значение	9,2	16,8	18,3	15,5	9,0
Осадки, мм					
2018	29,0	19,1	32,5	20,7	55,3
2019	8,0	106,0	45,3	69,1	62,0
2020	83,0	169,9	92,3	66,4	51,0
Среднемноголетнее значение	49,9	67,4	75,8	84,2	55,4

Схема опыта включала: генотип (фактор А) – гибриды ярового рапса, устойчивые к имидазолиномам: Солар КЛ, Цебра КЛ; гербициды (фактор В) – без гербицидов, гербициды, применяемые в системе Clearfield.

Гибриды рапса были высеяны в начале 3-й декады мая по паровому предшественнику. Норма высева – 0,7 млн всхожих зерен на га. Агротехника возделывания ярового рапса соответствовала зональным рекомендациям [7]. Обработка посевов гербицидами проведена в фазе развития ярового рапса 4–5-й настоящий лист. Для борьбы со злаковыми и двудольными однолетними и многолетними сорняками в системе Clearfield применили баковую смесь: гербициды Парадокс, ВРК, 0,35 л/га + Грейдер, ВГР, 0,06 л/га + адьювант Галоп, Ж, 0,2 л/га.

Повторность эксперимента трехкратная, размещение вариантов систематическое, площадь учетной делянки – 120 м<sup>2</sup>. Учеты засоренности проводили перед применением гербицидов (исходная засоренность) и через 15 суток после применения химической прополки. Фактический урожай учитывали в 3-й декаде сентября селекционным комбайном Sampo TERRION 2010. Урожайность приводили к 8%-й влажности (ГОСТ 10583-76) и 100%-й чистоте. Математи-

ческая обработка результатов исследований проведена с использованием компьютерной программы MS Excel.

**Результаты и их обсуждение.** В технологии возделывания ярового рапса ключевой проблемой является борьба с сеgetальной растительностью [8]. Конкурентные взаимоотношения между культурным и сорным компонентами агрофитоценоза базируются на ряде факторов, среди которых различия в темпах роста и развития. В начальные фазы онтогенеза рапс растет медленно, в этот период конкурентоспособность по отношению к сорным растениям низкая. Поэтому индустриальная технология производства ярового рапса базируется на применении гербицидов.

Учет исходной засоренности показал, что в среднем за годы наблюдений доминирующими засорителями ценоза были щирица жминдовидная (19,1 % от общего количества сорных растений) и осот полевой (13,5 %) (табл. 2). Значительна доля щирицы запрокинутой, конопли сорной и подмаренника цепкого – более 10 %. Средняя численность сорняков составила 74,1 шт/м<sup>2</sup>. Тип засорения – корнеотпрысково-малолетний, что в целом характерно для региона.

**Видовой состав сорных растений в фазу развития ярового рапса 3–4-й лист (исходная засоренность), % от общего количества**

Вид	Год исследования			
	2018	2019	2020	Среднее
<i>Яровые однолетние</i>				
Щирица запрокинутая – <i>Amaranthus retroflexus</i>	9,4	15,1	11,9	12,1
Щирица жминдовидная – <i>Amaranthus blitoides</i>	28,1	17,4	11,9	19,1
Конопля сорная – <i>Cannabis ruderalis</i>	13,8	14,7	9,7	12,7
Просвирник низкий – <i>Malva pusilla</i>	6,9	7,2	3,0	5,7
Просо сорнополевое – <i>Panicum miliaceum</i>	3,7	10,7	14,0	9,5
Просо куриное – <i>Echinochloa crusgalli</i>	6,9	1,8	9,0	5,9
Щетинник зеленый – <i>Setaria viridis</i>	0,8	0,6	–	0,5
<i>Зимующие однолетние</i>				
Аистник цикutowый – <i>Erodium cicutarium</i>	–	4,3	6,7	3,7
Подмаренник цепкий – <i>Galium aparine</i>	20,7	8,5	7,5	12,2
<i>Многолетние</i>				
Бодяк полевой – <i>Cirsium arvensis</i>	1,2	5,5	8,6	5,1
Осот полевой – <i>Sonchus arvensis</i>	8,5	14,2	17,7	13,4

Учитывая уровень засоренности, видовой состав сорной растительности, включающей представителей однолетних злаковых и широколистных, а также многолетних засорителей, в т.ч. трудноискоренимых, для защиты культуры рационально использовать препараты системы Clearfield.

Обработка посевов ярового рапса гербицидами группы имидазолинонов, контролирующая злаковые и широколистные сорные растения, позволила эффективно снизить засоренность ценоза (табл. 3). В системе Clearfield действующее вещество препарата системного действия проникает в сорные растения через вегетативные органы, а также через корни с почвенной влагой; выражен почвенный эффект на прорас-

тающие сорняки (<https://www.agro.basf.ru/Documents/Brochures/>).

Учеты засоренности посевов, проведенные через 15 суток после применения композиции гербицидов Парадокс, ВРК, 0,35 л/га + Грейдер, ВГР, 0,06 л/га + адьювант Галоп, Ж, 0,2 л/га, показали, что в среднем за период эксперимента зафиксировано полное уничтожение конопля сорной, просвирника низкого, проса куриного, щетинника зеленого, аистника цикutowого, подмаренника цепкого и осота полевого. В агрофитоценозе отмечено незначительное количество щирицы запрокинутой, щирицы жминдовидной, проса сорнополевого и бодяка полевого. Биологическая эффективность гербицидов системы Clearfield составила 98,4 %

Таблица 3

**Влияние гербицидов на засоренность посевов ярового рапса, среднее за 2018–2020 гг.**

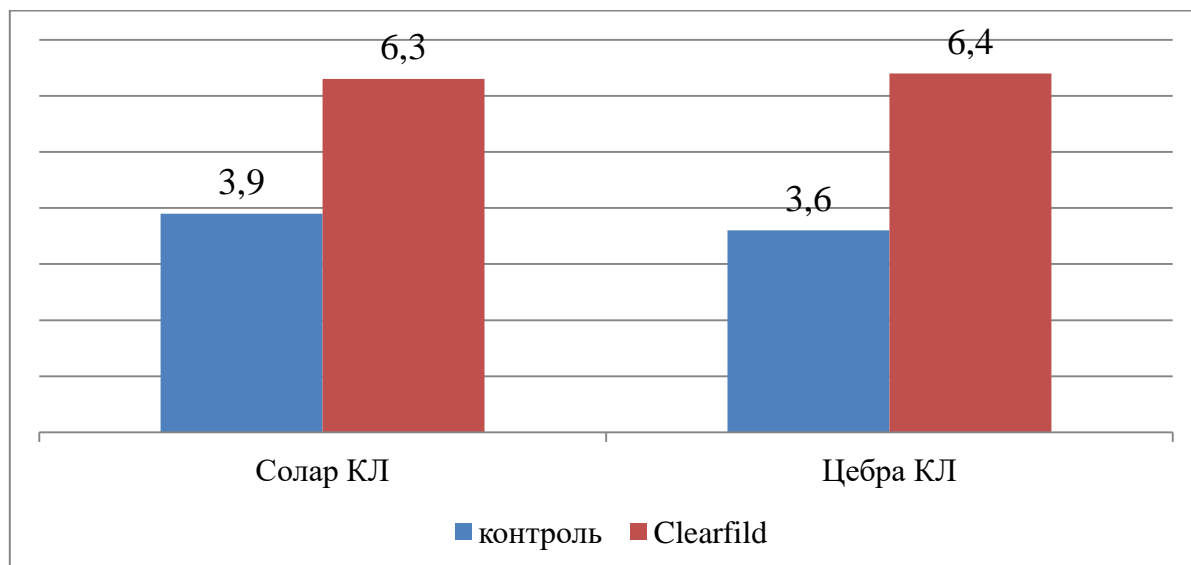
Вид сорного растения	Количество сорных растений, шт/м <sup>2</sup>		Биологическая эффективность, %
	Контроль	Clearfield	
1	2	3	4
Щирица запрокинутая	15,0	0,2	98,7
Щирица жминдовидная	23,0	0,8	96,5
Конопля сорная	4,5	0	100
Просвирник низкий	2,0	0	100
Просо сорнополевое	8,4	0,1	98,8
Просо куриное	4,7	0	100

1	2	3	4
Щетинник зеленый	2,0	0	100
Аистник цикутовый	2,5	0	100
Подмаренник цепкий	5,0	0	100
Бодяк полевой	2,5	0,1	96,0
Осот полевой	6,2	0	100
Итого	75,8	1,2	98,4

В системе Clearfield взаимоотношения между растениями ярового рапса и сорняками строятся по следующему принципу: на начальных этапах органогенеза культура эффективно защищена гербицидами, имеющими пролонгированное действие, не допускающими появления второй волны сорняков, а на последующих этапах органогенеза рапс формирует хорошо облиственную, мощную надземную массу, благодаря этому активно подавляет нежелательную растительность.

Анализ урожайности маслосемян гибридов ярового рапса по вариантам опыта показывает существенное влияние на продукционный процесс гербицидной обработки посевов (рис.). На

контрольных делянках в среднем за 3 года исследований урожайность маслосемян гибрида Солар КЛ составила 3,9 т/га. Применение гербицидов способствовало увеличению продуктивности гибрида в 1,6 раза. Генотипическая реакция гибрида Цебра КЛ на конкуренцию со стороны сорной растительности выражена в большей степени, чем у гибрида Солар КЛ. В среднем за период эксперимента с контрольных растений урожай зерна получен в размере 3,6 т/га, что на 7,7 % меньше по сравнению с F<sub>1</sub> Солар КЛ. Химическая прополка гербицидами системы Clearfield содействовала повышению продуктивности гибрида в 1,8 раза по отношению к контролю.



Влияние гербицидов на урожайность маслосемян ярового рапса, среднее за 2018–2020 гг. (НСР<sub>05</sub> Солар КЛ – 1,2; Цебра КЛ – 1,4)

Применение гербицидов системы Clearfield экономически оправдано на соответствующих данной системе высокопродуктивных гибридах ярового рапса. Рентабельность возделывания ярового рапса без использования гербицидной защиты у F<sub>1</sub> Солар КЛ составила 159 процентных пунктов, у F<sub>1</sub> Цебра КЛ – 141 процентный пункт.

Лучший уровень рентабельности производства получен при обработке посевов гербицидными препаратами. Максимальная результативность отмечена у гибрида Цебра КЛ – 312 процентных пунктов, что на 26 процентных пунктов больше по отношению к гибриду Солар КЛ.

**Выводы.** Обработка посевов ярового рапса, возделываемого по системе Clearfield, смесью гербицидов Парадокс, ВРК, 0,35 л/га + Грейдер, ВГР, 0,06 л/га и адьюванта Галоп, Ж, 0,2 л/га показала биологическую эффективность препаратов против сорных растений корнеотпрысково-малолетнего типа на уровне 98,4 %.

Применение гербицидной защиты способствует реализации генетического потенциала гибридов, соответствующих системе Clearfield. В среднем за 3 года исследований максимальная урожайность маслосемян отмечена у F<sub>1</sub> Цebra КП на делянках, защищенных гербицидами, – 6,4 т/га, что превышает контрольные показатели в 1,8 раза.

Внесение гербицидов повысило рентабельность производства маслосемян на 127–171 процентный пункт.

#### Список источников

1. *Кашеваров Н.И., Нурлыгаянов Р.Б., Данилов В.П.* и др. Рапс яровой: этапы рапсосодействия и перспективы производства маслосемян // *Адаптивное кормопроизводство*. 2014. № 1. С. 22–27.
2. *Vlasenko O.A., Kurachenko N.L., Ulyanova O.A., Kazanov V.V., Khalilzoda F.Kh.* Humus Substances Content in Agrochernozeams using for Cultivation of Oilseeds in the Kansk Forest-Steppe // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 62043. DOI: 10.1088/1755-1315/548/6/062043.
3. *Сохарев Ю.И., Гребенникова В.В.* Роль рапса в формировании конкурентных отношений культурного и сорного компонента в агрофитоценозе // *Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения: мат-лы XVI внутривуз. науч.-практ. конф. Кемерово*, 2017. С. 54–58.
4. *Лунова Е.И.* Особенности производства ярового рапса на семена по технологии Clearfield при разных сроках посева в условиях Нечерноземья // *Вестник КрасГАУ*.

2020. № 5. С. 62–68. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-5-62-68.
5. *Торикиев В.Е., Торикиев В.В.* Clearfield: здоровый рапс на чистом поле // *Вестник БГСХА*, 2012. № 4. С. 37–43.
6. *Кураченко Н.Л., Колесник А.А.* Структура и запасы гумусовых веществ агрочернозема в условиях основной обработки почвы // *Вестник КрасГАУ*. 2017. № 9. С. 149–157.
7. *Бонн В.Л., Васильев И.А., Васильев А.А.* и др. Современные технологии возделывания ярового рапса. Красноярск, 2020. 70 с.
8. *Сатубалдин К.К.* Обоснование основных элементов технологии возделывания рапса и сурепицы на Среднем Урале. Екатеринбург, 2004. 294 с.

#### References

1. *Kashevarov N.I., Nurlygayanov R.B., Danilov V.P.* i dr. Raps yarovoj: `etapy rapsoseyaniya i perspektivy proizvodstva maslosemyan // *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2014. № 1. S. 22–27.
2. *Vlasenko O.A., Kurachenko N.L., Ulyanova O.A., Kazanov V.V., Khalilzoda F.Kh.* Humus Substances Content in Agrochernozeams using for Cultivation of Oilseeds in the Kansk Forest-Steppe // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. S. 62043. DOI: 10.1088/1755-1315/548/6/062043.
3. *Soharev Yu.I., Grebennikova V.V.* Rol' rapsa v formirovanii konkurentnyh otnoshenij kul'turnogo i sornogo komponenta v agrofitocenoze // *Agropromyshlennomu kompleksu – novye idei i resheniya: mat-ly XVI vnutrivuz. nauch.-prakt. konf. Kemerovo*, 2017. S. 54–58.
4. *Lupova E.I.* Osobennosti proizvodstva yarovogo rapsa na semena po tehnologii Clearfield pri raznyh srokah poseva v usloviyah Nechernozem'ya // *Vestnik KrasGAU*. 2020. № 5. S. 62–68. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-5-62-68.

5. *Torikov V.E., Torikov V.V.* Clearfield: zdorovyj raps na chistom pole // Vestnik BGSFA, 2012. № 4. S. 37–43.
6. *Kurachenko N.L., Kolesnik A.A.* Struktura i zapasy gumusovyh veschestv agrochernozema v usloviyah osnovnoj obrabotki pochvy // Vestnik KrasGAU. 2017. № 9. S. 149–157.
7. *Bopp V.L., Vasil'ev I.A., Vasil'ev A.A. i dr.* Sovremennye tehnologii vozdel'nyaniya yarovogo rapsa. Krasnoyarsk, 2020. 70 s.
8. *Satubaldin K.K.* Obosnovanie osnovnyh `elementov tehnologii vozdel'nyaniya rapsa i surepicy na Srednem Urale. Ekaterinburg, 2004. 294 s.

**Благодарности:** результаты получены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках выполнения научных исследований и разработок по проекту «Создание комплексного высокотехнологичного производства растительного масличного сырья и продуктов его переработки в условиях Сибири».

