

ПРИМЕНЕНИЕ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ AMAZONE НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ПРЕЦИЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО РАПСА

В.А. БУРЛУЦКИЙ¹, А.Ф. ПЭЛИЙ², А. ДИОП², А.И. БЕЛЕНКОВ³, Е.С. БОРОДИНА³

¹ ФГБНУ Калужский НИИСХ;

² АТИ РУДН;

³ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

В условиях Центрально-Черноземного района РФ в Воронежской области в 2017 году был заложен двухфакторный научно-производственный опыт по изучению эффективности применения опрыскивателя нового поколения Amazone UX 11200 Isobus в сопоставлении с Amazone UX 5200 Amaspray при использовании сложных баковых смесей, включающих в свой состав в зависимости от уровня интенсивности технологии и наличия вредоносных объектов: гербициды, инсектициды, фунгициды и минеральные удобрения. Установлено, что уровень продуктивности ярового рапса, основных элементов ее структуры и степени их вариации определялись в 41% всех случаев регулируемы факторами внешней среды (уровни однородности обеспеченности минеральным питанием и воздействия пестицидов), в 26% – нерегулируемыми факторами, а в 33% – их взаимодействиями. Наибольшие приросты продуктивности и сбора масла с единицы площади были отмечены в интенсивном варианте технологии применения Amazone UX Isobus и составили 2,21 т/га и 1082 кг/га, прибавка к контролю – 21,4% и 21,6%, соответственно. Выявлено влияние прецизионного опрыскивания на снижение уровня внутривариационной вариативности сегетального компонента агрофитоценоза при интенсивной технологии возделывания (с 26,5% до 12,4%), что позволило увеличить эффективность от применения данных баковых смесей до 90–96%. Проявление стабилизирующего эффекта, в среднем по опыту, составило 206%. Установлена экономическая целесообразность применения опрыскивателей с оборудованием GPS Section Control пространственного позиционирования и дифференцированного внесения рабочего раствора баковых смесей пестицидов относительно распределения плотности травостоя в агрофитоценозе. Экономическая эффективность интенсивной технологии по отношению к базовой позволила снизить на 5–7% расход средств защиты растений.

Ключевые слова: прецизионные технологии, опрыскиватели Amazone, внутривариационная вариативность, сорняки, баковые смеси, структура урожая, рапс яровой.

Введение

Рапс яровой и озимый являются культурами многоцелевого направления, используемыми для получения высококачественных пищевых и технических растительных масел, биодизельного топлива, белково-энергетических добавок (жмых, шрот) для производства комбикорма. Посевы рапса имеют высокую фитосанитарную роль в севооборотах, а при использовании их в качестве сидератов способствуют улучшению структуры почвы и обогащению ее органическим веществом [15]. В последние годы в Российской Федерации, и особенно в Центрально-Черноземном районе, значительно выросли посевные площади и валовой сбор маслосемян рапса. В то же время остается актуальным вопрос недостаточно высокой урожайности, сдерживающейся влиянием абиотических и биотических стрессоров среды на возделываемые сорта и гибриды недостаточным

уровнем интегрированного применения средств химической защиты растений и минеральных удобрений в сортоспецифичных прецизионных агротехнологиях [6, 12, 16].

Традиционные технологии применения пестицидов и агрохимикатов, основывающиеся на типовой полевой единице управления, устанавливают внесение одной и той же дозы на всей площади агрофитоценоза без учета плотности и уровня распределения вредителей, болезней, сорных и культурных растений на отдельных его элементарных участках [5]. Интенсификация традиционных агротехнологий способствует увеличению степени пространственной агрохимической неоднородности агроземов, оказывающей влияние на продуктивность возделываемых культур [3,4]. С позиции современного точного земледелия особое внимание следует уделять регулированию контролируемых объектов в пределах элементарного ареала агроландшафта, образуемых характером рельефа, структурой почвенного покрова, микроклиматическими различиями его участков и элементами агрофитоценоза, в результате чего значительно снижаются агрохимическая нагрузка на агроландшафты и риски перерасхода материально-денежных средств [5]. В этой связи раскрытие потенциала продуктивности гибридов ярового рапса возможно только в комплексе с применением технологии точечного обеспечения посевов элементами питания растений и их защиты от вредоносных организмов. Соответственно, оптимизация элементов прецизионной технологии является актуальной задачей для обеспечения ресурсосберегающего производства маслосемян ярового рапса.

Материал и методы исследования

Исследования были проведены в 2017 г. на базе ООО «Агро-Заречье» в Бутурлиновском районе Воронежской области на двух характерных полях хозяйства в полевом севообороте. Почва участка зональная – чернозем типичный, среднесуглинистый. Содержание гумуса в слое 0–40 см почвы – 5,37–6,54%. Она относительно хорошо обеспечена подвижными формами фосфора и обменного калия. Содержание азота подвержено значительной динамике и характеризуется от среднего до высокого. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной.

По данным агрономической службы хозяйства урожайность ярового рапса в 2010–2016 гг. в зависимости от агроклиматических условий года составляла от 7,21 до 27,64 ц/га. Посевы были поражены альтернариозом листьев и стручков (*Alternariabrassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schw.) Wiltshire), и в меньшей степени – пероноспорозом (*Peronosporabrassicae* Gaeum) и склеротиниозом стеблей (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary). Из насекомых-вредителей были распространены крестоцветная (*Phyllotreta cruciferae* Goeze.) и хлебная блошки (*Ph. vittulata* Redt.), капустная тля (*Brevicoryne brassicae* L.), рапсовый цветоед (*Meligethes hesaeneus* F.), рапсовый пилильщик (*Athalia rosae* L.), семенной рапсовый скрытнохоботник (*Ceutorhynchus sobstrictus* Marsh.), капустная моль (*Plutella maculipennis* L.). Сегетальный компонент агрофитоценоза состоял из пырея среднего (*Elytrigia intermedia* (Host.) Nevski), редьки дикой (*Raphanus raphanistrum* L.), горчицы полевой (*Sinapis arvensis* L.), мари белой (*Chenopodium album* L.), пикульника обыкновенного (*Galeopsis tetrahit* L.), видов горцев (*Polygonum* spp.) и мышея (*Setaria* spp.), василька синего (*Centaurea cinerea* L.), видов ромашки (*Matricaria* spp.), пастушьей сумки (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik), бодяка полевого (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), вьюнка полевого (*Convolvulus arvensis* L.) и подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.). Наибольший удельный вес среди них занимали

марь белая (*Ch. Album L.*) – 38,5% и пырей средний (*E. intermedia (Host.) Nevski*) – 26,2%.

Технология возделывания ярового рапса – типичная для зоны. Предшественник – озимая пшеница. Фосфорно-калийные удобрения ($P_{90}K_{90}$) вносили осенью под основную обработку почвы, азотные – под посев, аммиачная селитра (N_{90}), и в подкормку – сульфат аммония (N_{60}). Сорт – гибрид Сальса КЛ (F_1). Норма высева – 0,8 млн шт. всхожих семян/га. Семена были протравлены препаратом Круйзер, КС (350 г/л тиаметоксама) – 8,0 л/т. Посев проводили сеялкой Primera DMC. Сроки сева – оптимальные.

Сравнительную оценку обработок посевов опрыскивателем Amazone UX11200 Isobusc с применением оборудования GPS Section Control пространственного позиционирования и дифференцированного внесения рабочего раствора в сопоставлении с Amazone UX 5200 Amaspray – контроль (фактор А) проводили на фоне применения пестицидов и минеральных удобрений различного уровня интенсивности (фактор В).

Базовый уровень применения пестицидов включал в себя первую обработку баковой смесью гербицидов Галион, ВР (300 г/л клопиралида и 75 г/л пиклорама) в норме расхода препарата 0,27 л/га и Квикстеп, КМЭ (130 г/л клетодима и 80 г/л галоксифоп-Р-метила) – 0,8 л/га, инсектицида Борей, СК (150 г/л имидаклоприда и 50 г/л лямбда-цигалотрина) – 0,08 л/га и фунгицида Колосаль Про, КМЭ (300 г/л пропиконазола и 200 г/л тебуконазола) – 0,5 л/га; вторую обработку – инсектицидом Суперкилл, КЭ (500 г/л хлорпирифоса и 50 г/л циперметрина) – 0,6 л/га и фунгицидом Пиктор, КС (200 г/л димоксистробина и 200 г/л боксалида) – 0,5 л/га.

Интенсивный уровень применения состоял из первой обработки баковой смесью гербицида Новопасаран, КС (375 г/л метазахлора и 25 г/л имазамокса) – 1,0 л/га, ПАВ ДАШ, КЭ (596 г/л смеси фосфат эфира с метил олеатом) – 1,0 л/га, инсектицида Борей, СК – 0,08 л/га и фунгицида Колосаль Про, КМЭ – 0,5 л/га; подкормки вразброс сульфатом аммония (N_{60}) – 286,0 кг/га; второй обработки с применением гербицида Галион, ВР – 0,29 л/га, инсектицида Пиринекс Супер, КЭ (400 г/л хлорпирифоса и 20 г/л бифентрина) – 0,5 л/га и фунгицида Карамба, КЭ (60 г/л метконазола) – 0,8 л/га, минерального удобрения сульфата аммония ($N_{4,2}$) – 20,0 кг/га и микроудобрения Боро-Н, ВР (150 г/л (11%) легкодоступного бора и 51 г/л (3,7%) аминного азота) – 1,5 л/га; и третьей обработки – десикации посевов Торнадо, ВР (500 г/л глифосата к-ты) – 1,5 л/га.

Первую обработку посевов проводили при достижении растениями ярового рапса фазы развития 3–4 пары настоящих листьев (ВВСН по Цадоксу – 18) и в ранние фазы развития сорных растений (для однолетних растений ВВСН – 12–19, для многолетних – 12–16); вторую обработку – в период между фазой роста стебля и фазой бутонизации (ВВСН – 35–50), третью обработку – в период полного созревания семян. Расход рабочей жидкости – 200 л/га [4,13].

Эффективность прецизионной технологии применения пестицидов и агрохимических средств разного уровня интенсивности на урожайность ярового рапса определяли на 4-х производственных участках (средняя площадь – 105,3 га), продуктивность и степень ее вариабельности – при разбивке полей на учетные сектора площадью по 2,0 га с применением GIS-технологии (50-кратная повторность). Учет количественно-видового состава сегетального компонента агрофитоценоза – на учетных площадках площадью 5,0 м² до и через 30 дней после обработки гербицидами (50-кратная повторность). Основные элементы структуры продуктивности определяли методом разбора снопового образца с 0,5 м² площадки в 10-кратной

повторности. Общая площадь опыта составила 421,2 га [10]. Оценку эффективности применения гербицидов проводили в соответствии с существующими методиками [11].

Вегетационный период (май – июль) 2017 года по обеспеченности основными агрометеорологическими элементами был типичным для зоны, выделяясь снижением количества выпавших осадков в период начального роста (май) – более чем на 50% [7]. Вместе с тем наиболее ответственный период формирования урожая (июнь) не отличался от среднееголетних значений (рисунки).

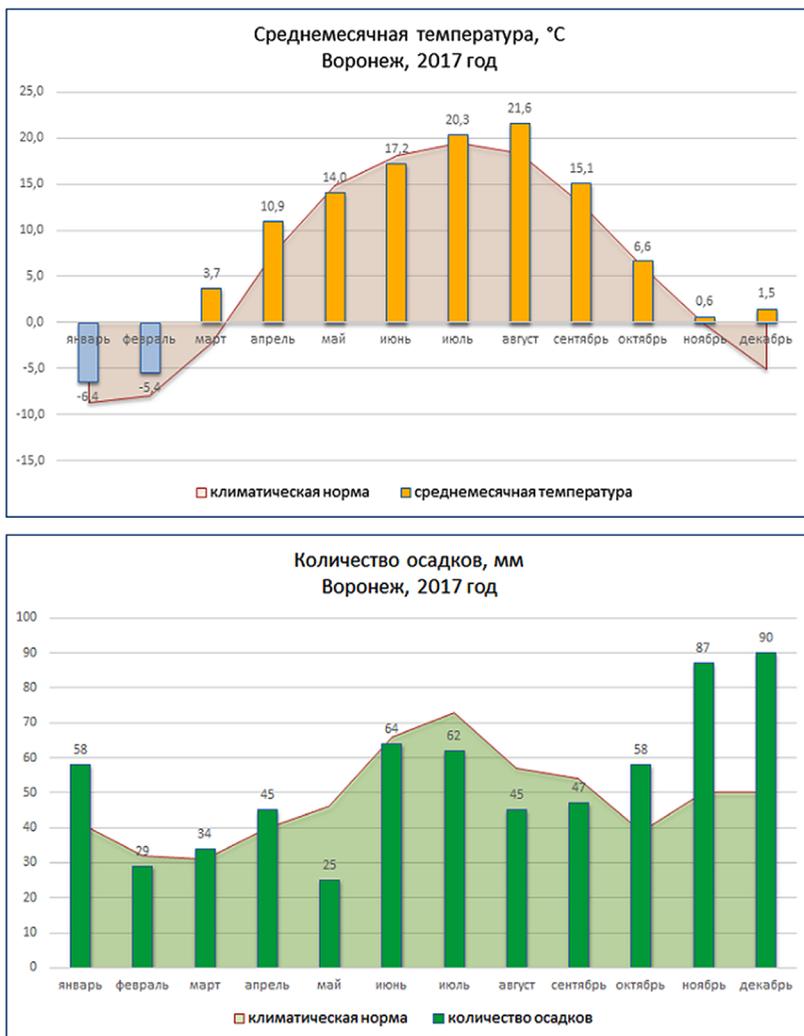


Рис. Агроклиматические условия 2017 года
(по данным сайта © Гисметео, www.gismeteo.ru)

Гидротермический коэффициент на период май – июль ($ГТК = 1,0$) оставался близким к среднееголетним значениям для данного региона области (0,8–1,2) [1,8]. В целом агроклиматические условия года характеризовались как благоприятные для роста и развития растений ярового рапса и способствовали развитию малолетней и многолетней сорно-полевой растительности, экономически важных болезней и насекомых-вредителей.

Результаты и их обсуждение

Известно, что формирование, состав и устойчивость локальных ассоциаций определяется пространственной внутрипольной вариабельностью агроландшафта [1, 5,9]. Точки учета засоренности и продуктивности посевов были распределены по площади учетных секторов равномерно, поэтому доля значений в выборке, попадающая в ту или иную категорию для данного участка агрофитоценоза, позволяла оценить как соответствующую часть площади опыта с тем или иным качеством, так и всю площадь посевов. В качестве критериев оценки пространственной изменчивости сеgetального компонента, продуктивности отдельных растений ярового рапса и основных ее определяющих элементов были использованы средняя арифметическая и ее основные статистические характеристики.

Полевая всхожесть ярового рапса в среднем составила 85,0% ($C_v = 16,8\%$), засоренность посевов на период проведения первого учета (фаза полных всходов) – 72,5 шт./м². Мониторинг локальных условий агрофитоценоза при разбивке его по системе последовательного кратного уменьшения площади позволил оценить уровни вариабельности сеgetального элемента. В зависимости от размера выделяемой площади участка степень варьирования засоренности изменялась от однородной слабой ($C_v = 8,8\%$) и высокой ($C_v = 21,4\%$) для участков менее 10 м² до разнородной нетипичной ($C_v = 45,7\%$) и ассиметричной ($C_v = 85,2\%$) для участков более 10 м². С уменьшением расстояния между двумя произвольно выбранными учетными площадками возрастала степень их сходства по количественно-видовому составу. Коэффициент внутрипольной вариации засоренности для площадок менее 1 м², выделенных в пределах условного 100 га поля, составил 8,8%, ее межгрупповой вариации – 89,1% (таблица 1).

Таблица 1

Уровни внутрипольной вариабельности сорных растений, шт./м²

Учетная площадь участка	Внутригрупповая (n = 50)					Межгрупповая (n = 50)				
	Lim		R	σ^2	Cv, %	Lim		R	δ^2	Cv, %
	min	max				min	max			
10–100 га	0	185	185	3815,5	85,2	45	94	49	50,4	9,8
1–10 га	15	154	139	3181,5	77,8	44	112	68	193,2	19,2
До 1 га	18	126	108	2956,7	75,0	42	115	73	278,9	23,0
10–100 м ²	39	106	67	1097,8	45,7	38	121	83	1406,3	51,7
1–10 м ²	55	89	34	240,7	21,4	15	154	139	2735,3	72,1
До 1 м ²	66	79	13	40,7	8,8	0	185	185	4173,2	89,1

Примечание: Lim – варьирование значений признака в пределах: min – минимальный и max – максимальный; R – размах варьирования признака; σ^2 – дисперсия внутригрупповая; δ^2 – дисперсия межгрупповая; Cv, % – коэффициент вариации.

Использование двухкомпонентных гербицидов является мерой профилактической борьбы с возникновением резистентности к действующим веществам сорных растений разных видов. Использование их баковых смесей с прочими пестицидами может способствовать развитию фитотоксических эффектов на культурных растениях, выражающихся в снижении уровня их продуктивности [2, 11, 14]. Применение современных технологий позволяет выполнять различные сельскохозяйственные операции более качественно и быстро, что в итоге положительно влияет на развитие экономики [17].

В наших опытах применение баковых смесей было безопасным для растений ярового рапса, и в течение вегетации фитотоксических эффектов в посевах обнаружено не было. Вместе с тем была отмечена их высокая биологическая эффективность при воздействии на сеgetальный компонент. Так, через 30 дней после первой обработки посевов баковыми смесями гербицидов Галион, ВР и Нопасаран, КС снижение численности сорных растений составило от 49% до 82% и от 64 до 87%, соответственно. Дифференцированное внесение рабочего раствора относительно плотности распределения сорных растений в посевах рапса позволило увеличить эффективность от применения баковых смесей до 90–96% в обоих случаях. При развитии гербицидного эффекта сохранялись тенденции снижения численности и массы сорных растений. Было отмечено положительное влияние на сохранность и габитус растений ярового рапса, что нами связывалось со снижением конкурентной напряженности в агрофитоценозе за жизненные факторы среды. Вариабельность численности сорных растений понизилась с 24,5–26,8% до 12,4–12,5%, соответственно. Проявление стабилизирующего эффекта в среднем по опыту составило 206% (таблица 2).

Таблица 2

Влияние прецизионного опрыскивания на внутрипольную вариабельность сорных растений (среднее), шт./м²

Марка опрыскивателя и уровень технологи	Среднее значение и ее статистические характеристики				
	M ± m	Lim (min – max)	R	σ_i^2	Cv, %
Amazonе UX Amaspray					
Базовый (Гелион, ВР)	15,6 ± 0,6	12,9–37,3	24,4	17,5	26,8
Интенсивный (Нопасаран, КС)	12,8 ± 0,4	9,8–25,8	16,0	9,8	24,5
Amazonе UX Isobus					
Базовый (Гелион, ВР)	5,1 ± 0,2	2,8–7,4	4,6	0,4	12,5
Интенсивный (Нопасаран, КС)	5,1 ± 0,2	2,9–7,3	4,4	0,4	12,4
НСР ₀₅ (n = 50, S _i = 10 га)	2,0	-	-	-	-

Примечание: см. таблицу 1.

Одним из важнейших условий получения высоких урожаев маслосемян рапса является оптимизация системы удобрений. При проведении оценки эффективности оптимизационных дополнений необходимым условием является определение уровня вклада в продуктивность отдельных слагающих ее элементов. С агрономической

точки зрения важна продуктивность с элементарной единицы площади, т.е. как результат произведения средней продуктивности одного растения на общее их число. Продуктивность растения определяется плотностью посевов и складывается из отдельных основных элементов структуры продуктивности [12, 13, 15]. Было установлено, что подкормка посевов сульфатом аммония (N_{60}) с последующей их обработкой баковой смесью пестицидов и агрохимикатов способствовала повышению выживаемости, сохранности растений к уборке, положительному изменению в их архитектонике и продуктивности (таблица 3).

Таблица 3

Зависимость основных элементов продуктивности рапса ярового от уровня точности опрыскивания

Показатель	Amazonе UX Amaspray				Amazonе UX Isobus			
	Базовый		Интенсивный		Базовый		Интенсивный	
	М	Сv, %	М	Сv, %	М	Сv, %	М	Сv, %
Высота, см	52,5	24,1	57,4	31,8	53,3	23,6	60,2	15,6
Сохранность, %	76	24,9	78	28,5	77	17,2	81	11,2
Число ветвей, шт.	3,8	22,5	4,0	27,6	4,2	23,8	4,4	19,0
Стручков, шт.	27,2	31,6	32,1	35,4	28,5	22,7	38,4	16,5
Семян, шт./стручок	22	25,7	28	29,2	22	21,4	28	17,6
Семян, шт./растение	598,4	28,5	898,8	32,3	627,0	22,1	1075,2	17,0
Масса 1000 семян, г	3,24	-	3,37	-	3,35	-	3,53	-
Масса семян, г/растение	1,94	45,4	3,25	54,3	2,10	27,6	3,55	14,1
Продуктивность, г/м ²	144,7	33,6	253,4	39,4	161,8	21,8	287,5	12,6

Примечание: см. таблицу 1.

Повышение величины значений элементов структуры продуктивности при использовании системы точного позиционирования, объяснялось снижением степени разброса значений более чем в 2–3 раза и возрастанием нижних границ уровней размаха. Все элементы структуры ярового рапса и их производные в отдельности оказывали влияние на формирование урожая маслосемян. Наблюдалась тесная зависимость продуктивности от величины ее хозяйственного коэффициента. С применением метода дисперсионного анализа было установлено, что уровень продуктивности и степень ее вариации определялись в 41% всех случаев регулируемые факторами внешней среды (уровни однородности обеспеченности минеральным питанием и воздействия пестицидов), в 26% – нерегулируемыми факторами, а в 33% – их взаимодействиями. Вместе с тем показано, что обработки способствовали повышению урожайности в обоих случаях, применение элементов претензионных технологий способствовало экономии до 5–7% средств химической защиты растений и увеличению эффективности производства маслосемян в 1,1–1,2 раза (таблица 4).

**Продуктивность посевов ярового рапса
при использовании различных обработок, т/га**

Вариант	Урожайность семян, т/га	Содержание сырого жира (в асв), %	Сбор масла, кг/га	Прибавка к контролю			
				семян		сбор масла	
				т/га	%	кг/га	%
Базовая технология							
Amazone UX Amaspray	1,82	44,4	890	-	-	-	-
Amazone UX Isobus	1,99	44,3	975	0,17	9,3	85	9,6
Интенсивная технология							
Amazone UX Amaspray	2,06	43,8	1009	0,24	13,2	119	13,4
Amazone UX Isobus	2,21	43,3	1082	0,39	21,4	192	21,6

НСР₀₅ (Фактор А) – 0,12 т/га;

НСР₀₅ (Фактор В) – 0,18 т/га.

Выводы

В условиях Центрально-Черноземного района РФ в Воронежской области в 2017 году в двухфакторном научно-производственном опыте по изучению эффективности применения опрыскивателя нового поколения Amazone UX 11200 Isobus и системы GPS Section Control пространственного позиционирования и дифференцированного внесения рабочего раствора баковых смесей пестицидов и минеральных удобрений в сопоставлении с Amazone UX 5200 Amaspray в посевах ярового рапса, гибрид Сальса КЛ (F₁), установлено преимущество прецизионных технологий. Наибольшие уровни продуктивности маслосемян (2,21 т/га) и сбора масла с единицы площади (1082 кг/га) были получены в интенсивном варианте технологии применения Amazone UX Isobus с оборудованием GPS Section Control, прибавка к контролю составила 21,4% и 21,6%, соответственно. Установлено их влияние на снижение коэффициента внутривариационности сегетального компонента (с 26,5% до 12,4%) и на увеличение эффективности от применения баковых смесей до 90–96%. Применение прецизионной технологии по отношению к базовой позволило снизить на 5–7% расход средств защиты растений. Проявление стабилизирующего эффекта, в среднем по опыту, составило 206%.

Библиографический список

1. Акимов Л.М., Бочаров В.Л., Дмитриева В.А., и др. / Материалы по оценке производительных сил муниципальных районов Воронежской области (агроклиматические, водные и рекреационно-туристские ресурсы) // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2014. – № 4. – С. 68–126.

2. *Ваисов А.Р., Сафин Р.И.* Влияние фунгицидов на формирование урожая озимого рапса в Республике Татарстан // *Агрохимический вестник*. – 2009. – № 5. – С. 21–22.

3. *Введенская А.В., Введенский В.В., Гинс М.С., Хорохоров А.М.* / Недеструктивный метод диагностики азотообеспеченности растений оптико-электронной системой мониторинга растений // *Вестник РУДН. Серия: Агротомия и животноводство*. – 2017. – Т. 12. – № 1. – С. 7–15.

4. *Витковская С.Е.* Оценка пространственной неоднородности агрохимических показателей почвы и массы растений в полевом опыте // *Плодородие*. – 2009. – № 5 (50). С. 8–9.

5. *Гафуров Р.М., Шентухов В.А., Цимбалова В.А., Молодчуев А.А.* Особенности проявления внутривидовой вариативности количественно-видового состава сорной растительности в посевах зерновых культур // *Сб. мат. науч. – пр. кон., посв. 80-летию Московского НИИСХ «Немчиновка» – Достижения и перспективы научного обеспечения агропромышленного комплекса Центрального региона России*. – Немчиновка. – 2012. – С. 212–219.

6. Зональные ресурсосберегающие технологии возделывания, обработки и хранения ярового и озимого рапса в Центральном федеральном округе: произв. – практ. издание / Ю.К. Новоселов В.Т. Воловик А.С. Шпаков и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 96 с.

7. Интернет-ресурс: Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр» // [http:// www.gismeteo.ru](http://www.gismeteo.ru)

8. *Котов П.Ф., Винокурова И.К., Иванов Н.Н.* [и др.]. Борьба за влагу – борьба за урожай. – Воронеж, 1978. – 176 с.

9. *Мазуров В.Н., Бурлуцкий В.А., Семешкина П.С., Завалин А.А.* / Продуктивность и устойчивость фитоценозов на временно выбывших из оборота землях // *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. – 2017. – № 2. – С. 9–11.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. отв. ред. М.А. Федина. – М.: Колос, 1985. – 267 с.

11. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве, МСХ РФ, Россельхозакадемия, ГНУ ВИЗР, СПб, 2013. – 280 с.

12. Растениеводство Центрально-Черноземного региона / В.А. Федотов В.В. Коломейченко Г.В. Коренев и др.; под ред. В.А. Федотова В.В. Коломейченко. – Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 1998. – 464 с.

13. *Федотов В.А., Гончаров С.В., Савенков В.П.* Рапс России. – М.: Агролига России, 2008. – 336 с.

14. *Чернышев В.В., Зволинский В.П., Тютюма Н.В., Туманян А.Ф.* / Влияние инновационных элементов технологий возделывания на качество зерновых культур в условиях Нижнего Поволжья // *Теоретические и прикладные проблемы АПК*. – 2017. – № 4. – С. 3–7.

15. *Шнаар Д.* [и др.]. Рапс и сурепица (Выращивание, уборка, использование). – М.: И.Д. ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2007. – 320 с.

16. *Dejoux J.-F., Meynarda Jean-Marc, Reaub R., Rochec R., Saulasa P.* Evaluation of environmentally-friendly crop management systems based on very early sowing dates for winter oilseed in France // *Agronomie*. – 2003. – Vol. 23 (2003). – P. 725–736.

17. *Peliy A.F., Diop A., Borodina E.S., Burlutskiy V.A., Vvedenskaya A.V., Vvedenskiy V.V., Ulyumdzhieva V.E., Gadzhikurbanov A.Sh., Bykova I.A., Gins M.S.* Use of AMA-ZONE precision sprayers in rapeseed cultivation technology // *Innovative in Agriculture: Conference Papers of the X International Scientific and Practical Conference*. Moscow. – 2018. – P. 18–21.

USE OF AMAZONE SPRAYERS OF A NEW GENERATION IN PRECISION TECHNOLOGIES OF SPRING RAPESEED CULTIVATION

V.A. BURLUTSKIY¹, A.F. PELIY², A. DIOP², A.I. BELENKOV³, YE.S. BORODINA³

¹ Kaluga Research Institute of Agricultural;

² Agro-Technological Institute of the Peoples' Friendship University of Russia;

³ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

In 2017, a two-factor scientific and production experiment was carried out in the conditions of the Central Black Earth region of Russia in the Voronezh region. The experiment aimed at studying the effectiveness of a new generation of sprayer Amazone UX 11200 Isobus as compared with Amazone UX 5200 Amaspray using complex tank mixtures. The latter consisted of herbicides, insecticides, fungicides, and mineral fertilizers, depending on the intensity level of the applied technology and the presence of malicious substances.

It was found that the level of spring rapeseed productivity, the main elements of its structure and the degree of their variation were determined in 41% of all cases by controlled environmental factors (homogeneity levels of mineral nutrition and pesticide exposure), 26% – by uncontrolled factors, and 33% – by their interactions. The greatest increases in productivity and oil output per a unit area were noted in the intensive version of Amazone UX Isobus technology and amounted to 2.21 t/ha and 1082 kg/ha, with an increase in the control variant – 21.4% and 21.6%, respectively. The study revealed the influence of precision spraying on reducing the level on the in-field variability of the segetal component of a agrophytocenosis with an intensive cultivation technology (from 26.5% to 12.4%), which increased the efficiency of using the considered tank mixtures to 90–96%. The stabilizing effect, on the average in the experiment, amounted to 206%. The study has established the economic feasibility of using sprayers with GPS Section Control equipment for spatial positioning and variable-rate application of the pesticide spray materials of tank mixtures taking into account crop density distribution in the agrophytocenosis. The economic efficiency of intensive technology as compared to the conventional one has reduced the use of crop protection products by 5–7%.

Key words: *precision technologies, Amazone sprayers, intra-field variability, weeds, tank mixtures, crop structure, spring rapeseed.*

References

1. Akimov L.M., Bocharov V.L., Dmitriyeva V.A., i dr. / Materialy po otsenke proizvoditel'nykh sil munitsipal'nykh rayonov Voronezhskoy oblasti (agroklimaticheskoye, vodnyye i rekreatsionno-turistskiye resursy) [Materials on the evaluation of the productive forces of the municipal districts of the Voronezh Region (agroclimatic, water and recreational and tourist resources)] // Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2014. No. 4. Pp. 68–126. (In Russian)
2. Vaisov A.R., Safin R.I. Vliyaniye fungitsidov na formirovaniye urozhaya ozimogo rapsa v Respublike Tatarstan [Influence of fungicides on the yield formation of winter rape in the Republic of Tatarstan] // Agrokhimicheskiy vestnik. 2009. No. 5. Pp. 21–22. (In Russian)
3. Vvedenskaya A.V., Vvedenskiy V.V., Gins M.S., Khorokhorov A.M. / Nedes-truktivnyy metod diagnostiki azotoobespechennosti rasteniy optiko-elektronnoy sistemoj monitoringa rasteniy [Non-destructive method for diagnosing nitrogen availability of plants by an optical-and-electronic crop monitoring system] // Vestnik RUDN. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. – 2017. Vol. 12. No. 1. Pp. 7–15. (In Russian)

4. *Vitkovskaya S.Ye.* Otsenka prostranstvennoy neodnorodnosti agrokhimicheskikh pokazateley pochvy i massy rasteniy v polevom opyte [Evaluating spatial heterogeneity of agrochemical indices of soil and plant mass in the field experiment] // *Plodorodiye*. 2009. No. 5 (50). Pp. 8–9. (In Russian)

5. *Gafurov R.M., Sheptukhov V.A., Tsimbalova V.A., Molodchuyev A.A.* Osobnosti proyavleniya vnutripol'noy variabel'nosti kolichestvenno-vidovogo sostava sornoy rastitel'nosti v posevakh zernovykh kul'tur [Specific features of the manifestation of the in-field variability of the quantitative-species composition of weed vegetation in grain crops] // *Sb. mat. nauch. – pr. kon., posv. 80-letiyu Moskovskogo NIISKH “Nemchinovka” – Dostizheniya i perspektivy nauchnogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa Tsentral'nogo regiona Rossii. – Nemchinovka*. 2012. Pp. 212–219. (In Russian)

6. Zonal'nyye resursosberegayushchiye tekhnologii vozdeleyvaniya, podrabotki i khraneniya yarovogo i ozimogo rapsa v Tsentral'nom federal'nom okruge: proizv. – prakt. Izdaniye [Zonal resource-saving technologies for cultivation, processing and storage of spring and winter rape in the Central Federal District: practical production manual] / *Yu.K. Novoselov V.T. Volovik A.S. Shpakov et al.* – M.: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2011. 96 p. (In Russian)

7. Internet-resurs: Ekspertno-analiticheskiy tsentr agrobiznesa “AB-Tsentr” [Internet resource: Expert-analytical center of agribusiness “AB-Center”] // [http:// www.gismeteo.ru](http://www.gismeteo.ru) (In Russian)

8. *Kotov P.F., Vinokurova I.K., Ivanov N.N.* [i dr.]. Bor'ba za vlagu – bor'ba za urozhay [Struggle for moisture is struggle for harvest]. – Voronezh, 1978. 176 p. (In Russian)

9. *Mazurov V.N., Burlutskiy V.A., Semeshkina P.S., Zavalin A.A.* / Produktivnost' i ustoychivost' fitotsenozov na vremennno vybyvshikh iz oborota zemlyakh [Productivity and stability of phytocenoses on temporarily abandoned lands] // *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2017. No. 2. Pp. 9–11. (In Russian)

10. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Method of state variety testing of agricultural crops]. Ed. by M.A. Fedina. – M.: Kolos, 1985. 267 p. (In Russian)

11. Metodicheskiye ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam gerbitsidov v sel'skom khozyaystve [Methodological instructions on registration tests of herbicides in agriculture], MSKH RF, Rossel'khozakademiya, GNU VIZR, SPb, 2013. 280 p. (In Russian)

12. Rasteniyevodstvo Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [Crop production in the Central Black Earth region] / *V.A. Fedotov V.V. Kolomeychenko G.V. Korenev et al.*; ed. by V.A. Fedotov V.V. Kolomeychenko. – Voronezh: Tsentr dukhovnogo vozrozhdeniya Chernozemnogo kraya, 1998. 464 p. (In Russian)

13. *Fedotov V.A., Goncharov S.V., Savenkov V.P.* Raps Rossii [Rapeseed growing in Russia]. – M.: Agroliga Rossii, 2008. – 336 p. (In Russian)

14. *Chernyshev V.V., Zvolinskiy V.P., Tyutyuma N.V., Tumanyan A.F.* / Vliyaniye innovatsionnykh elementov tekhnologiy vozdeleyvaniya na kachestvo zernovykh kul'tur v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Influence of innovative elements of cultivation technologies on the quality of grain crops in the conditions of the Lower Volga region] // *Teoreticheskiye i prikladnyye problemy APK*. 2017. No. 4. Pp. 3–7. (In Russian)

15. *Shpaar D.* [et al.]. Raps i surepitsa (Vyrashchivaniye, uborka, ispol'zovaniye) [Rapeseed and winter cress (Cultivation, harvesting, and use)]. – M.: I.D OOO “DLV AGRODELO”, 2007. 320 p. (In Russian)

16. *Dejoux J.F., Meynard Jean-Marc, Reaub R., Rochec R., Saulasa P.* Evaluation of environmentally-friendly crop management systems based on very early sowing dates for winter oilseed in France // *Agronomie*. – 2003. Vol. 23 (2003). Pp. 725–736. (In English)

17. *Peliy A.F., Diop A., Borodina E.S., Burlutskiy V.A., Vvedenskaya A.V., Vvedenskiy V.V., Ulyumdzhieva V.E., Gadzhikurbanov A.Sh., Bykova I.A., Gins M.S.* Use of AMA-ZONE precision sprayers in rapeseed cultivation technology // Innovative in Agriculture: Conference Papers of the X International Scientific and Practical Conference. Moscow. 2018. Pp. 18–21. (In English)

Бурлуцкий Валерий Анатольевич – к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник ФГБНУ Калужский НИИСХ (249142, Калужская область, Перемышльский р-н, с. Калужская опытная с.-х. станция, ул. Центральная, д. 2, e-mail: v.burlutsky@yandex.ru).

Пэлий Александр Федорович – аспирант агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института РУДН (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8/2, e-mail: kaluga-peliy@yandex.ru).

Диоп Аметх – аспирант агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института РУДН (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8/2, e-mail: diopameth@mail.ru).

Беленков Алексей Иванович – д.с.-х.н., профессор кафедры земледелия и МОДФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: belenokaleksis@mail.ru).

Бородина Екатерина Сергеевна – аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: ekaterinapeliy@yandex.ru).

Valeriy A. Burlutskiy – PhD (Ag) of Agricultural Sciences, Key Research Associate, Kaluga Research Institute of Agriculture (249142, Kaluga Region, Peremyshl District, Kaluga Experimental Agricultural Station, Tsentral'naya Str., 2, e-mail: v.burlutsky@yandex.ru).

Aleksandr F. Peliy – postgraduate student of the Agrobiotechnology Department, the Agrarian-Technological Institute of Peoples' Friendship University of Russia (117198, Moscow, Miklukho-Maklaya Str., 8/2, e-mail: kaluga-peliy@yandex.ru).

Ameth Diop – postgraduate student of the Agrobiotechnology Department, the Agrarian-Technological Institute of Peoples' Friendship University of Russia (117198, Moscow, Miklukho-Maklaya Str., 8/2 e-mail: diopameth@mail.ru).

Aleksei I. Belenkov – DSc (Ag), Professor of the Department of Arable Farming and Experimental Work Methodology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49, e-mail: belenokaleksis@mail.ru).

Yekaterina S. Borodina – postgraduate student of the Department of Plant Growing and Grassland Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49, e-mail: ekaterinapeliy@yandex.ru).