

УДК 33:632.954/.982.2:632.1

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УМО ОПРЫСКИВАНИЯ С ПРИНУДИТЕЛЬНЫМ ОСАЖДЕНИЕМ КАПЕЛЬ В БОРЬБЕ С СОРНЯКАМИ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А.К. Лысов, Н.Р. Гончаров, Н.И. Наумова, Т.В. Корнилов

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Приведены данные по экономическому обоснованию применения новой технологии УМО с принудительным осаждением капель диспергируемой рабочей жидкости на обрабатываемую поверхность в сравнении с традиционной технологией МО при защите зерновых культур от сорной растительности. Применение технологии УМО позволило обеспечить более высокую биологическую эффективность обработок и на 25% снизить нормы внесения гербицидов, что имеет не только экономическое, но и большое значение в повышении экологической безопасности применения пестицидов. В результате 20-кратного снижения норм расхода рабочей жидкости была устранена необходимость в использовании агрегата по подвозу воды и улучшена организация работ, что позволило на 27.72% сократить затраты на защиту растений. На 62.45% снизились расходы на амортизацию технических средств, на 18.2% затраты на оплату труда, и на 92% на воду для приготовления рабочих растворов.

Ключевые слова: экономический эффект; УМО; сорная растительность; посевы зерновых.

Материалы и методы

Сотрудниками сектора механизации ВИЗР была разработана новая конструкция вращающегося дискового распылителя для технологии УМО опрыскивания с принудительным осаждением мелких капель на обрабатываемую поверхность за счет воздушного потока, создаваемого вентилятором.

Многолетние полевые испытания усовершенствованного оборудования для опрыскивателя, выполненные на Тосненской опытной станции ВИЗР, показали высокую эффективность его применения [Лысов, 2016; Лысов, Корнилов, 2017]. Новое оборудование УМО, при снижении в 10–20 раз норм расхода рабочей жидкости, создавая более высокую в ней концентрацию препаратов по сравнению с малообъемным опрыскиванием, позволяет уменьшить норму применения пестицидов на единицу площади без снижения биологической эффективности обработок. При этом, несмотря на значительное снижение норм расхода рабочей жидкости на гектар, увеличивается плотность покрытия ею листовой поверхности, уменьшается снос препаратов и снижается отрицательное их воздействие на окружающую среду.

Проведение работ по защите зерновых культур требует больших материальных, трудовых и финансовых затрат, поэтому главной задачей наших исследований было определение экономической целесообразности нового способа опрыскивания.

Балансовая стоимость по видам машин, оборудования установлена как средний показатель их рыночной стоимости на текущий год с привлечением сведений, представленных в интернет по Ленинградской области. Данные по оплате труда определены на основе анализа материалов хозяйств Тосненского района,

При определении состава агрегата предусматривалась необходимость полной загрузки его составляющих на протяжении сменного времени. Годовая загрузка и нормы отчислений на амортизацию, технические характеристики машин и оборудования, расход топлива, количество обслуживающего персонала обозначены по справочной документации. Стоимость топлива, воды приведены по данным рынка. Основные показатели технологического процесса, включая затраты времени на выполнение элементов отдельных операций, включая рациональный баланс времени смены, определены на основе хронометражных наблюдений. Хронометражные наблюдения проведены по методике “Энциклопедия производственного менеджера” и работ более раннего периода [www.up-pro.ru/encyclopedia/khronometrazh-gabochego-vremeni.html.2010–2018; Глебов, Гончаров, 1970]. Экономические расчеты выполнены с использованием методик ВИЗР [Гончаров и др., 2015; Гончаров, 2017].

Результаты исследований и их обсуждение

Цель технико-экономического обоснования – определение экономической целесообразности применения технологии УМО с принудительным осаждением мелких капель в сравнении с традиционной технологией МО опрыскивания с использованием щелевых плоско-факельных инжекторных распылителей фирмы Lechler (Германия) при защите посевов зерновых колосовых от сорной растительности.

В таблице 1 приведены исходные данные, принятые для проведения расчетов.

Алгоритм расчетов технологических регламентов применения средств защиты для наглядности представлен в виде легко читаемых формул в таблице 2. Материал таблицы обширен и представляет интерес для более детального анализа.

Позиции таблицы 2 и таблицы 1 взаимосвязаны и взаимозависимы. Следует учесть, что при выполнении работ по защите растений заправка бака опрыскивателя может производиться только в конце гона, чтобы не наносить излишний вред растениям при передвижении

Таблица 1. Исходные данные для расчета

№ п/п	Наименование показателей	Новая технология	Базовая технология
1	Состав агрегата	Опрыскиватель ОНШ 600 + трактор МТЗ-80	Опрыскиватель (ОП-2000) + трактор МТЗ-80 + трактор МТЗ-80 с прицепом СТК-5 для подвоза воды (1 на 3 опры- скивателя)
2	Балансовая стоимость (Б), руб.: - опрыскивателя; - трактора; - СТК-5.	250000 1119600 -	960000 1119600+1119600) / 3 370000 / 3
3	Годовая загрузка ($T_{\text{сез}}$), час: - опрыскивателя; - трактора; - СТК-5.	320 1350 -	320 1350 600
4	Отчисления на реновацию, ремонт и техобслуживание (а), %: - опрыскивателя; - трактора; - СТК-5.	25.3 24.9 -	25.3 24.9 14.3
5	Емкость рабочего бака (Q), л: -опрыскивателя; -прицепа для доставки воды.	600.0 -	2000.0 5000.0
6	Производительность заправочного устройства ($W_{\text{запр}}$), л/мин.	-	1500
7	Рабочая скорость выполнения технологического процесса опрыскивания (V_p), км/ч.	10	10
8	Транспортная скорость ($V_{\text{пр}}$), км/ч	30	30
9	Мощность трактора (N), л.с.	75.0	75.0 + 75.0 / 3 (подвоз воды)
10	Удельный расход топлива (g_r), кг/л.с.	0.185	0.185 + 0.185 / 3 (подвоз воды)
11	Коэффициент загрузки двигателя	0.75	0.75
12	Ширина захвата (B), м.	15	15
13	Норма расхода рабочей жидкости (g), л/га	10	200.0
14	Стоимость топлива (P_r), руб./л.	34.8	34.8
15	Стоимость воды (P_b), руб./м ³ .	32.33	32.33
16	Количество обслуживающего персонала: - тракторист на опрыскивании; - тракторист на подвозке воды.	1 -	1 0.33
17	Часовая тарифная ставка тракториста (З), руб./час: - на опрыскивании; - на подвозке воды.	242.4	242.4 151.5 / 3
18	Расстояние от базы до поля (S), км	5	5
19	Сменное время, связанное с выполнением полевых работ по защите растений ($T_{\text{см}}$), час.	6	6
20	Время на выполнение подготовительно-заключительных операций ($T_{\text{пз}}$), мин.	30	30
21	Перерыва на отдых и по естеств. надобностям ($T_{\text{пер}}$), мин.	20	20
22	Технологические остановки ($T_{\text{техно}}$), мин.	20	20
23	Время одного поворота ($T_{\text{пов}}$), мин.	0.4	0.5
24	Время на одну заправку рабочим раствором ($T_{\text{зап}}$), мин.	4	5
25	Время на переезд опрыскивающего агрегата в расчете на один цикл для дозаправки водой ($T_{\text{пер. запр}}$), мин.	20	-

Таблица 2. Технологические регламенты применения средств защиты пшеницы от сорной растительности

№ п.п.	Наименование показателей	Новая технология	Базовая технология
1	Длина гона (L), м	1000	1000
2	Количество гонов, обрабатываемых при одной заправке – (K_T - целых/ $K_{ТВ}$ – всего) $K_{ТВ} = 10000Q/L \times B \times g$	40 / 40	6 / 6.6
3	Коэффициент использования емкости бака опрыскивателя $Q_k = K_T / K_{ТВ}$	1	0.901
4	Производительность опрыскивателя за час основного чистого времени, ($W_o = 0.1 \times B \times V_p$)	15	15
5	Максимально возможная площадь обработки при одной заправке бака опрыскивателя, га. ($Z = Q \times Q_k / g$)	60	9.01
6	Продолжительность времени основной работы с использованием одной заправки бака, мин. ($T_p = Z / W_o \times 60$)	240	36.04
7	Количество холостых поворотов при работе с одной заправкой, шт. ($K_{пов} = Z \times 10000 : (L \times B)$) и время на их осуществления $\sum T_{пов} = T_{пов} \times K_{пов}$	40	6.01
8	Время одного цикла при одной заправке бака, мин. $T_{ц} = T_p + \sum T_{пов} + \sum T_{зап} + \sum T_{пер.зап}$	240+16+4+20=280	36.04+3.0+5 =44.04
9	Количество возможных циклов в течении одной рабочей смены, шт. $K_{ц} = (T_{см} - T_{пз} - T_{пер} - T_{техно}) : T_{ц}$	[360-(30+20+20)]:280 =1.036	[360-(30+20+20)]:44.04 =6.58
10	Время основной работы за смену, мин. $\sum T_p = T_p \times T_{ц}$	240	237.14
11	Коэффициент использования времени смены (K).	0.67	0.66
12	Суммарные за смену затраты времени на повороты, заправку опры- скивателя, переезды на заправку и обратно при новой технологии. ($\sum T_{пов} + \sum T_{зап} + \sum T_{пер.зап}$) $\times K_{ц}$	16 + 4 + 20	20 + 33
13	Сменная производительность, га. $W_{см} = W_o \times K \times T_{см}$	60	59.3

заправочных машин. Поэтому чем больше норма расхода жидкости и чем больше длина гона, тем меньше коэффициент использования емкости бака опрыскивателя и обрабатываемая площадь при одной заправке. Для рациональной организации работ прежде было необходимо определить количество гонов (полных и неполных), которые возможно обработать при одной заправке бака опрыскивателя. Частное от деления этих величин косвенно определяет коэффициент использования емкости бака. В нашем примере для базовой технологии он составил 0.901, а для новой 1.0.

В последующем по приведенным формулам установили: производительность опрыскивающих агрегатов за час чистого основного рабочего времени; максимально возможную площадь обработки при одной заправке бака опрыскивателя; продолжительность времени основной работы с использованием одной заправки бака; количество холостых поворотов при работе с одной заправкой; время одного цикла при одной заправке бака; количество возможных циклов в течении одной рабочей смены; время основной работы за смену и сменную производительность; а также суммарные за смену затраты времени на повороты, заправку опрыскивателя, переезды на заправку водой и обратно при новой технологии. В итоге был составлен рациональный баланс рабочего времени для новой и базовой технологий (табл. 3).

Следует отметить, что при применении базовой и новой технологий баланс чистого рабочего времени на опрыскивание достиг практически возможного максимума 237.14 и 240 минут, соответственно. В связи с тем, что в обоих вариантах скорость при выполнении работ по опрыскиванию и ширина захвата были одинаковыми,

производительность агрегатов также была практически равнозначной.

В то же время новая технология имеет существенные преимущества перед базовой. В результате двадцатикратного снижения норм расхода рабочей жидкости при одной заправке агрегат при новой технологии может работать в течении всей рабочей смены. Полностью устранена потребность во вспомогательной операции по подвозу воды или рабочей жидкости специализированным агрегатом для заправки рабочей жидкостью, что значительно упростило процесс организации работ по защите растений.

Данные проведенного анализа свидетельствуют о высокой экономической эффективности новой технологии (табл. 4).

Таблица 3. Рациональный баланс рабочего времени смены по сравниваемым технологиям

№ п.п.	Виды работ	Новая технология		Базовая технология	
		мин.	в %	мин.	в %
1	Подготовительно заключительные операции	30	8.33	30	8.33
2	Время перерывов	20	5.56	20	5.56
3	Технологические остановки	20	5.56	20	5.56
4	Холостые повороты	16	4.44	20	5.56
5	Заправки рабочим раствором	4	1.11	33	9.16
6	Переезды для заправки водой	20	5.56	-	-
7	Опрыскивание (основная работа)	240	66.67	237	65.83
8	Прочие работы	10	2.77	-	-
	ИТОГО	360	100	360	100

Таблица 4. Экономическая эффективность технологи УМО в сравнении с традиционной технологией МО опрыскивания

№ п.п.	Наименование показателей	Новая технология	Базовая технология
1	Затраты на амортизацию, текущий ремонт и техническое обслуживание $A=(B \times a \times T_{см})/(100 \times T_{сез} \times W_{см})$, руб./га:		
	-трактора,	20.65	27.85
	-опрыскивателя,	19.77	76.80
	-СТК-5,	-	3.0
	итого	40.42	107.65
2	Затраты на оплату труда с начислениями $Z=3_T \times (1+3_{инв}+3_{в}) \times 1.1 \times 6 \times W_{см}$, руб./га:		
	- тракториста на опрыскивании,	40.53	41.01
	- тракториста на подвозе рабочей жидкости,	-	6.54
	итого	40.53	49.55
3	Затраты на топливо (цена дизельного топлива ПТК СПб 34.8 руб./л), руб./га.	34.5	44.52
4	Затраты на воду (водоканал СПб 27.4 руб./1м ³ +НДС)	0.48	6.47
5	Затраты на гербицид Агритокс, ВК (500 г/л МЦПА к-ты) при норме расхода 1.5 л/га в базовой технологии и 1.125 л/га в новой. Цена препарата с НДС 848 руб./л	954.0	1272.0
6	Итого общие затраты, руб./га	1069.93	1480.19
7	Снижение затрат, руб./га	410.26	

Применение технологии УМО в сравнении с традиционной технологией позволило на 62.45 % снизить расходы на амортизацию технических средств, на 18.2 % затраты на оплату труда, на 22.5 % издержки на дизельное топливо, на 92 % на воду и в целом на 27.72 % снизить затраты на защиту посевов зерновых от сорной раститель-

ности. При этом в результате повышения биологической эффективности при новом способе нанесения гербицидов на 25 % можно снизить норму их применения, что имеет наряду с экономическим очень важное экологическое значение в охране от загрязнения окружающей среды.

Выводы

Применение технологии УМО позволило обеспечить более высокую биологическую эффективность обработки и на 25 % снизить нормы внесения гербицидов, что имеет не только экономическое, но и большое значение в повышении экологической безопасности пестицидов.

В результате двадцатикратного снижения норм расхода рабочей жидкости была устранена необходимость

в использовании агрегата по подвозу воды, улучшения организации работ, на 62.45 % снижены расходы на амортизацию технических средств, на 18.2 % – затраты на оплату труда, на 22.5 % – издержки на дизельное топливо, на 92 % – на воду и в целом на 27.72 % – затраты на защиту растений.

Работа выполнена в рамках государственного задания 0665-2018-0009.

Библиографический список (References)

- Лысов А.К. Совершенствование технологии применения средств защиты растений методом опрыскивания / Лысов А.К., Корнилов Т.В. // Вестник защиты растений. 2017. № 2. С. 50–53.
- Лысов А.К. Повышение эффективности осаждения капель диспергируемой рабочей жидкости при использовании вращающихся дисковых распылителей, перфорированных или сетчатых барабанов // Вестник защиты растений. 2016. № 4. С. 61–66.
- Гончаров Н.Р. Нормирование работ опрыскивателей при защите растений от вредителей, болезней и сорняков / Глебов М.А., Гончаров Н.Р. // Сборник статей по механизации технологических процессов защиты растений. 1970. Л. С. 317–324.
- Гончаров Н.Р., Тимофеев А.В., Воробьев Н.И. Методика автоматизированного расчета стоимости научно-исследовательских полевых

экспериментальных работ по оценке биологической эффективности и регламентов применения пестицидов. Санкт-Петербург. 2015. С. 30.

Гончаров Н.Р. Методика экономической оценки эффективности мероприятий по защите растений в условиях производственного эксперимента. Санкт-Петербург. 2017. С. 26.

Гончаров Н.Р. Экономическое обоснование применения средств защиты на приусадебных участках Северо-Запада России / Гончаров Н.Р., Наумова Н.И. // Фитосанитарное оздоровление экосистем: Материалы Второго Всерос. съезда по защите растений. 5–10 декабря 2005 г. СПб., 2005. Т. 2. С. 470–472.

Translation of Russian References

- Goncharov N. R. Normalization of sprayers in protection of plants from pests, diseases and weeds / Glebov M.A., Goncharov N. R. In: Sbornik statej po mehanizacii tehnologicheskikh processov zashity rastenij. 1970. Leningrad: P. 317–324. (In Russian).
- Goncharov N. R. The methods of economic estimation of efficiency of measures for protection of plants in conditions of industrial experiment. St. Petersburg. 2017. P. 26. (In Russian).
- Goncharov N. R. Economic feasibility of application of means of protection on private land in North-West Russia / Goncharov N. R., Naumova N.I. // In: Fitosanitarное оздоровление экосистем: Materialy Vtorogo Vseros. syezda po zashchite rastenij. 5–10 dekabrya 2005 g. St. Petersburg. 2005. V. 2. P. 470–472. (In Russian).

Goncharov N. R., Timofeev A. V., Vorobyev N. I. The method of automatic calculation of cost of field research, experimental evaluation of biological effectiveness and of regulations of application of pesticides. St. Petersburg. 2015. P. 30. (In Russian).

Lysov A. K. Improving the efficiency of deposition of droplets of dispersed working fluid using rotating disk atomizers perforated or mesh drums / Vestnik zashchity rastenij. 2016. No. 4. P. 61–66. (In Russian).

Lysov A. K., Kornilov T. V. Improvement of technology of application of means of protection of plants by a spraying method / Vestnik zashchity rastenij. 2017. N 2. P. 50–53. (In Russian).

ECONOMIC JUSTIFICATION OF ULTRA-LOW VOLUME SPRAYING TECHNOLOGY WITH FORCED DEPOSITION OF DROPS IN INTEGRATED CROP PROTECTION SYSTEM

A.K. Lysov, N.P. Goncharov, N.I. Naumova, T.V. Kornilov

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

The data are presented on the economic justification of the use of new technology of ULV with forced deposition of droplets of dispersed working fluid on the treated surface in comparison with the traditional technology of LV in the protection of crops from weeds. The use of ULV technology has resulted in a high biological efficiency of treatments and 25 % decrease in norms of entering herbicides that has a great importance in ecological safety of pesticides in addition to economic significance. As a result of twenty-fold reduction of the working fluid flow rate, the necessity of using the water supply unit was eliminated and the organization of work was improved, which allowed reducing the cost of plant protection by 27.72 %, by 62.45 % depreciation and amortization of technical facilities, by 18.2 % the costs of labour and by 92 % water for working solutions.

Keywords: economic effect; ULV; weed vegetation; grain crop.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608
Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

Лысов Анатолий Константинович. Руководитель лаборатории,
кандидат технических наук, e-mail: lysov4949@mail.ru

Гончаров Николай Романович. Заведующий сектором экономики,
кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: nrg@icZR.ru

Наумова Надежда Ивановна. Научный сотрудник,
кандидат биологических наук, e-mail: nin@icZR.ru

**Корнилов Тимур Викторович.* Старший научный сотрудник,
e-mail: tvkornilov@mail.ru

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo Shosse, 3, 196608,
St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

Lysov Anatoly Konstaninovich. Head of Laboratory, PhD in Technics,
e-mail: lysov4949@mail.ru

Goncharov Nicolay Romanovich. Head of Sector, PhD in Agriculture,
e-mail: nrg@icZR.ru

Naumova Nadezhda Ivanovna. Researcher, PhD in Biology,
e-mail: nin@icZR.ru

**Kornilov Timur Viktorovich.* Senior researcher,
e-mail: tvkornilov@mail.ru

* Ответственный за переписку

* Corresponding author