

ФОРМИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ГЕРБИЦИДОВ В РОССИИ

© 2022 г. Т. А. Маханькова^{1,*}, В. И. Долженко¹, А. С. Голубев¹

¹Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
196608 Санкт-Петербург—Пушкин, ш. Подбельского, 3, Россия

*E-mail: tam@iczr.ru

Поступила в редакцию 12.05.2022 г.

После доработки 15.06.2022 г.

Принята к публикации 12.08.2022 г.

Борьба с сорными растениями при возделывании всех сельскохозяйственных культур является важным и необходимым мероприятием для получения высокого урожая. Посевы большинства культур сильно засорены и, в связи с преобладанием многолетних корневищных и корнеотпрысковых сорняков, потери урожая достигают 30–40%. Гербициды применяют на больших площадях во всех развитых странах в настоящее время и будут использовать их в ближайший обозримый период. В статье в историческом аспекте изложены вопросы формирования ассортимента гербицидов в нашей стране, более чем за 50-летний период, начиная с 1960 гг. и до настоящего времени.

Ключевые слова: сорные растения, гербициды, действующие вещества, химические классы, препаративные формы, нормы применения, сроки проведения защитных мероприятий, антидоты, поверхностно-активные вещества, адьюванты, сельскохозяйственные культуры.

DOI: 10.31857/S0002188122110084

К началу 1962 г. ассортимент гербицидов, разрешенных к применению в сельскохозяйственном производстве, включал всего 18 препаратов на основе 11-ти действующих веществ: 2,4-Д, 2М-4Х (МЦПА), ДНОК, ДХМ, пентахлорфенол и пентахлорфенолят натрия, трихлорацетат, монурон, диносеб, хлор-ИФК, симазин, минеральные масла. Эти препараты уничтожали в основном однолетние двудольные сорные растения, но не решали проблемы борьбы со злаковыми и многолетними видами. Некоторые из них использовали в высоких нормах применения, и они обладали высокой токсичностью для теплокровных (ДНОК, диносеб, пентахлорфенол и пентахлорфенолят натрия), и вскоре их использование было запрещено [1–7]. В современном ассортименте гербицидов остались препараты только на основе 2,4-Д и МЦПА.

Планомерные исследования по созданию и совершенствованию ассортимента гербицидов следует отнести к периоду введения системы регистрации пестицидов и агрохимикатов и организации в 1960 г. Госкомиссии по химическим средствам борьбы с вредителями, болезнями и сорняками и создания географической сети реги-

страционных испытаний пестицидов, включавшей токсикологические лаборатории ВИЗР и сотрудничающие с ними научно-исследовательские учреждения.

С этого времени совершенствование ассортимента гербицидов шло по пути поиска более эффективных препаратов, обладающих широким спектром действия и достаточно избирательных для культурных растений, применявшихся в небольших нормах расхода и разрушающихся в почве в течение одного вегетационного периода; экологически безопасных – не обладающих последствием и малотоксичных для человека, живых объектов окружающей среды; не накапливавшихся в продуктах урожая, грунтовых водах, экономически выгодных для применения [9–12].

В 1960-е гг. испытывали главным образом препараты иностранных фирм, разрешенные для применения в других странах или подготовленные к регистрации [13, 14]. В последующем в 1970–1990 гг. [15, 16] появились гербициды отечественного синтеза. Эта группа препаратов в основном была представлена гербицидами-анало-

Таблица 1. Совершенствование ассортимента гербицидов

Показатель	Годы								
	1962	1971	1982	1992	1998	2000	2004	2009	2019
Количество зарегистрированных для применения препаратов	18	61	183	276	139	164	219	267	798
Количество действующих веществ	11	52	90	97	70	76	74	65	96
Рекомендовано комбинированных препаратов	–	7	35	49	32	37	52	75	177
Количество химических групп	6	20	26	32	25	28	24	23	25

гами, на основе уже известных действующих веществ (д.в.).

В XX веке исследования гербицидов были направлены в основном на создание перспективного ассортимента для главнейших сельскохозяйственных культур. При этом значительную их долю составляли отечественные препараты [17].

В настоящее время, в связи с возникающими новыми проблемами, такими как накопление устойчивых видов сорных растений, повышение экологической безопасности химического метода, ландшафтным земледелием и другими, главное внимание в регистрационных испытаниях гербицидов обращено на совершенствование ассортимента [18, 19].

Динамика роста разрешенных к применению препаратов по годам представлена в табл. 1. Уже к 1971 г. количество разрешенных к применению препаратов увеличилось более чем в 3 раза по сравнению с 1962 г. и составляло 61 на основе 52 д.в.: в 1982 г. – 183 (90 д.в.), в 1992 г. – 276 (97 д.в.), в 1998 г. – 139 (70 д.в.), в 2000 г. – 164 (76 д.в.), в 2004 г. – 219 (74 д.в.), в 2009 г. – 267 (65 д.в.), в 2019 г. – 798 (96 д.в.).

Одновременно с ростом количества зарегистрированных до 1992 г. действующих веществ общее число зарегистрированных препаратов увеличивалось за счет появления аналогичных препаратов (гербицидов на основе уже ранее зарегистрированных д.в., но других производителей), возрастало число комбинированных препаратов от 7-ми в 1971 г. до 49-ти в 1992 г.

После 1992 г. количество разрешенных к применению гербицидов снизилось до 139 наименований. В 1998 г. сократилось до 70-ти количество д.в., аналогов – до 31, комбинированных препаратов – до 32. Уменьшение числа разрешенных к применению препаратов в 1998 г. было обусловлено рядом причин, в том числе ограничениями, связанными с токсичностью некоторых гербицидов для теплокровных животных и экологической опасностью для окружающей среды, изменения-

ми в развитии химической промышленности России, преобразованиями ряда иностранных производителей.

К концу XX века в стране был сформирован перспективный ассортимент гербицидов для основных сельскохозяйственных культур. С начала 2000-х гг. количество разрешенных к применению гербицидов вновь увеличивалось (2000 г. – 164, 2004 г. – 219, 2009 г. – 267, 2019 г. – 798 наименований). При этом возрастало не только общее количество препаратов и действующих веществ, но также аналогов и комбинированных препаратов.

Одновременно с исключением из ассортимента препаратов с высокими нормами применения появлялись новые гербициды, безопасные для теплокровных ($LD_{50} > 5000$ мг/кг) и окружающей среды, применявшиеся с низкими нормами (10–20 г/га), высокоизбирательные препараты 4-го поколения (сульфонилмочевины, имидазолины, триазолпиримидины) и сугубо противозлаковые – граминициды.

В соответствии с классификацией пестицидов по химическим группам [20–22], совершенствование ассортимента гербицидов проходило в первую очередь путем создания препаратов на основе новых д.в., новых химических групп гербицидов. Например, к началу 1970-х гг. наряду с препаратами на основе феноксиуксусных кислот появляются феноксимасяные (2,4-ДМ, 2М-4ХМ) и феноксипропионовые (2,4-ДП; 2М-4ХП), из числа ароматических аминов – трефлан, хлорацетанилидов – рамрод, бензойной кислоты – банвел, трисбен, амибен, из производных карбаминовой кислоты – карбин и бетанал, тиокарбаминовой – эптам, тиллам, триаллат, ордрам, фенилмочевины – афалон, арезин, диурон, фенурон и др., пиридазина – пирамин, пиримидина – вензар, большая группа триазинов – атразин, пропазин, прометрин, семерон.

Еще более возрастало разнообразие химических групп гербицидов к 1982 г. и особенно к на-

чалу 1990-х гг. [23]. Появились препараты на основе арилоксифеноксипропионовых кислот – иллоксан (продифокс). Количество их к 1992 г. увеличилось до 12 наименований (тарга, фюзилад и др.). На основе аминокислот появились суффикс, карахол и др., тиодиазина – базагран, органических соединений фосфора – раундап и его аналоги.

В 1986 г. зарегистрирован на посевах льна препарат глин из новой химической группы сульфониломочевин. Количество гербицидов из этой группы к 1992 г. достигло 16 наименований. К этому году значительно увеличилось число препаратов из групп тиокарбаматов (с 5-ти до 37-ми), производных мочевины (18), триазинов (с 5-ти до 24-х).

К концу 1990-х гг. многие препараты по различным причинам были изъяты их обращения, в связи с этим изменилось и соотношение препаратов отдельных химических групп, а также и внутри отдельных групп. Были запрещены препараты на основе феноксимасляной кислоты, фуранов, аминокислот, дипиридилов, сократилось количество производных фениломочевины и триазинов. Из производных мочевины остались только 2 препарата на основе изопротурона (толкан) и хлорбромурона (малоран). На основе триазинов оставались семерон, голтикс, зенкор, гезагард 50, игран и в составе топогарда – тербутилазин и тербуметон, атразин – в составе примэкстра. Среди карбаматов сняли в качестве самостоятельного препарата бетанал (д.в. фенмедифам) и оставили десмедифам (бетанал АМ), а также комбинированные препараты на основе десмедифама и фенмедифама (9 препаратов) различных производителей. Достаточно большим оставалось количество тиокарбаматов (14 препаратов) на основе ЕРТС, триаллата, молината, циклоата. Не снизилось значительно количество препаратов на основе феноксиуксусных кислот (2,4-Д, МСРА), в основном за счет аналогов производства различных фирм. Эти действующие вещества, кроме того, широко используются в составе комбинированных препаратов в сочетании с другими химическими группами (сульфонилмочевинами и также производными бензойной кислоты – диамбой).

Широко представлена группа арилоксифеноксипропионовых кислот – противозлаковые препараты для посевов широколистных культур (зеллек супер, иллоксан, пантера, шогун, фуроре супер, фюзилад супер, тарга, тарга супер), для зерновых культур – топик и пума супер (циклогександионы).

Значительное место в ассортименте занимали появившиеся в 1982 г. гербициды из группы фосфорно-органических соединений – изопропил-аминная и калийная соли глифосата, глюфосинат, главным образом, за счет большого количества аналогов раундапа.

Лидирующее место в ассортименте 1998 г. по-прежнему (начиная с 1992 г.) продолжали занимать сульфониломочевины. Количество их вместе с комбинированными препаратами достигало 19 наименований. Наряду с такими препаратами как гранстар, хармони, круг, сатис, лондакс, глин и др. комбинациями, появились новые препараты – карибу (трифлусульфурон-метил), милагро (никосульфурон), гродил (амидосульфурон), ленок (калиевая соль хлоросульфурона) и комбинированные препараты – трезор (2,4-Д + триасульфурон) и базис (титус + хармони). В 1998 г. появились новые перспективные группы – имидазолиноны, в состав которой входили препараты, отличавшиеся областью применения (арсенал, ассерт, пивот, пульсар), триазолиноны (аврора), изоксазолидины (комманд), пиролидоны (рейсер), производные хинолиновой кислоты (фацет). В 2001 г. появились сульфоанилиды (флорасулам в составе препарата прима).

Таким образом, во второй половине XX века в нашей стране был в основном сформирован ассортимент гербицидов для главнейших сельскохозяйственных культур [24, 25].

В целом совершенствование ассортимента гербицидов шло в нескольких направлениях: создавались новые д.в. препаратов с более низкими нормами применения, усовершенствовались препаративные формы и способы использования гербицидов, появились гербициды, избирательно действующие на культурные растения, экологически и токсикологически безопасные. Повышение безопасности использования во многом обеспечивалось за счет внедрения комбинированных препаратов, количество которых постоянно росло. За период с 2001 по 2005 г. в “Государственный каталог ...” было включено 85 гербицидов, зарегистрировано 11 новых действующих веществ: биспирибак-натрия (номини), имазомокс (пульсар), йодосульфуронметил-натрия (в составе комбинированного гербицида секатор), клефоксим (аура плюс), мезотрион (каллисто), проосульфурон (пик), тепралоксидим (арамо 50), триотосульфурон (в составе комбинированного гербицида серто плюс), флорасулам (в составе комбинированного гербицида прима). В 2001 г. впервые были включены 2 гербицида на основе метосульфурон-метила – ларен и грэнч, а к 2004 г. зарегистрировано 11 препаратов на основе того

же действующего вещества (рометсол, раджет-сол, аккурат, алмазис, магнум, артен, террамет, хит и др.).

В 2004 г. впервые разрешены для применения 2 препарата с повышенным содержанием глифосата (раундап макс и ураган форте), а в настоящее время их количество достигло 24 наименований, причем содержание д.в. варьирует от 450 до 750 г/л.

С 1992 по 2004 г. ассортимент гербицидов претерпел изменения и за счет изменения состава препаратов в пределах отдельных химических групп. Если в 1992 г. среди арилоксиалканкарбоновых кислот были представлены такие основные группы как оксиуксусные (2,4-Д; МЦПА), оксипропионовые (2М-4ХП; 2,4-ДП), оксимасляные (2М-4ХМ; 2,4-ДМ), то к началу XXI столетия сохранялся главным образом только 2,4-Д, причем и состав их изменялся. В 1990-е гг. основу составляли диметиламинные соли 2,4-Д (43% от общего количества 2,4-Д), бутиловый эфир – 7%, моноэтаноламинная соль – 7% и только начали появляться препараты на основе малолетучих эфиров. Использовали также комбинированные препараты на основе 2,4-Д (соли и эфиры) в сочетании с дикамбой, хлорсульфурином, пиклорамом (43% от общего количества). К 2004 г. сохранялись препараты на основе аминных солей 2,4-Д, как самостоятельные (37%), но в значительной степени в комбинации с другими компонентами (клопиралид, хлорсульфурон) – 22%, а также малолетучие эфиры в сочетании с карфентразон-этилом, хлорсульфурином, поскольку все больше проявлялась проблема борьбы с однолетними двудольными сорными растениями, устойчивыми к 2,4-Д (подмаренник, пикульники и др.). Появился более избирательно действующий и применявшийся в меньших нормах расхода 2-этилгексилловый эфир 2,4-Д (эстерон, КЭ и его аналоги), который использовали как самостоятельно, так и в сочетании с другими компонентами.

Перспективными оставались препараты на основе 2,4-Д и дикамбы. Эти комбинированные препараты вытеснили из ассортимента более дорогие гербициды на основе мекопропа и дихлорпропа. Более мягко действующие, чем 2,4-Д, гербициды на основе МСРА остались в ассортименте главным образом для посевов льна (аналоги разных фирм на основе 2М-4Х: было 8, стало – 10 наименований). Были исключены из ассортимента препараты на основе феноксимасляных кислот.

Важной проблемой еще с 1960-х гг. стала борьба со злаковыми сорными растениями в посевах зерновых и двудольных культур. При решении

этой проблемы в ассортимент включили граминициды, в основном из 2-х химических групп: производные оксифеноксипропионовой кислоты (гетероксипропионовой) и из аминов кетонов (циклогександионы). Среди граминицидов большинство проявляло высокую избирательность действия на широколистные культуры, и они были способны уничтожать как однолетние, так и многолетние (например, пырей ползучий) злаковые сорные растения. Это препараты на основе флуазифоп-бутила, хизалофоп-П-этила, квизалофоп-П-тефурила, феноксапроп-П-этила, сетоксидима, клетодима. Большинство из них повреждали зерновые культуры. Но в случае включения в состав препаратов на основе феноксапроп-П-этила и клодинафоп-пропаргила антидотов (мефенпир-ди-этила и клоквинтосет-мексила) появилась возможность использовать их в борьбе с сорными злаками в посевах зерновых культур. Например, при добавке антидота к феноксапроп-П-этилу получены препараты группы пума супер. Кладинофоп-пропаргил с антидотом составляли препарат топик и т.п.

В это же время совершенствование химических групп граминицидов было направлено на получение “очищенных” препаратов (тарга – тарга супер, зеллек – зеллек супер и др.), когда из состава действующего вещества исключали неактивный изомер, повышали содержание д.в. в препарате и снижали нормы применения гербицида (фюзилад форте и др.). Были синтезированы новые д.в. – тралкоксидим (грасп), тепралоксидим (арамо 50).

В группе ароматических аминов (толуидинов) количество препаратов сократилось. В ассортименте остались только препараты на основе пендиметалина (6 наименований) и винг-П (пендиметалин + диметинамид-Р). Из простых эфиров остались оксифлуорфен (гоал 2Е, галиган, акзифор, гаур) и галакси топ (ацифлуорфен + бентазон).

Из алифатических карбоновых кислот из ассортимента были исключены галогенпроизводные монокарбоновых кислот, аминокислоты, анилиды кислот. Значительно сократилось количество производных хлорацетанилида. Исключены препараты на основе ацетохлора (харнес, трофи и др.), но продолжали использовать метазахлор (бутизан 400, султан) в чистом виде и в сочетании с имазамоксом (нопасаран) и квинме-раком (бутизан стар, транш супер, орлан), диметенамида-Р (фронтьер оптима, блокпост, эталон, дифронт) в чистом виде и в сочетании с пендиметалином (винг-П), С-метолахлора (дуал голд, анаконда, хевимет, бегин, телус, дифилайн, симба, авангард, душанс, метолс, стрим, ранголи-

дон) в чистом виде, в смеси с тербутилазином (гардо голд, киборг, камелот, хевимет голд), а также в виде тройной смеси с тербутилазином и мезотрионом (люмакс).

Из ароматических карбоновых кислот количество препаратов на основе бензойной кислоты достигло 18 наименований, а также нарастало постоянно количество комбинированных препаратов в сочетании с сульфонилмочевинами (никосульфуроном, римсульфуроном, триасульфуроном, метсульфурон-метилом, хлорсульфуроном), флорасуламом, пиклорамом, клопиралидом. Из гидроксibenзойных кислот вернулся в “Каталог ...” бромотрил, арилоксикарбоновых – напропамид. Исчезли дикарбоновые кислоты. Из производных карбаминовой кислоты (алкиловые эфиры) в ассортименте оставались препараты на основе десмедифама, главным образом в комбинации с фенмедифамом и этофумезатом. Как самостоятельный фенмедифам вернулся в ассортимент в 2014 г. актион. Исключены из обращения триаллат и ЭПТЦ. Препараты этой химической группы характеризовались достаточно большими нормами применения и не всегда удовлетворяли требованиям безопасности. В основном гербициды этой химической группы использовали путем внесения в почву, и эффективность их сильно зависела от подготовки почвы к посеву, заделки и влажности почвы, что осложняло их применение. Вероятно, по той же причине исчезли из ассортимента препараты на основе мочевины и фенилмочевины (в 1980–1990-е гг. их количество достигало 8–18 наименований). Из гетероциклических соединений с одним атомом в цикле в современном ассортименте отсутствуют производные фурана и дипиридила. Увеличивается количество препаратов на основе пиридина в основном за счет препаратов на основе клопиралида (34 препарата) и флуороксипира (2 препарата). Постоянно возрастает количество препаратов на основе сочетания клопиралида с пиклорамом (11 наименований), в 2014 г. в посевах рапса разрешена к применению комбинация клопиралида с пиклорамом и аминоклопиралидом (препарат галера супер 364).

Из гетероциклических соединений с 2-мя гетероатомами в цикле на основе пиридазина имеются в ассортименте хлоридазон и пиридат. Из пиримидинов – ленацил. Группа гетероциклических соединений с 3-мя и более гетероатомами в цикле сильно сократилась за счет триазинов. Присутствуют в ассортименте препараты на основе прометрина, метрибузина, метамитрона, тербутрина. Тиadiaзины представлены бентазоном и его комбинациями с дикамбой и МСРА.

Среди оксидиазолов появился новый гербицид для кукурузы – мерлин (д.в. изоксафлютол).

На смену этим давно известным химическим группам гербицидов в ассортименте появляются и увеличиваются в количестве более новые группы, которые появились в 1980–1990-е гг. Первый представитель сульфонилмочевин – хлорсульфурон (глин для посевов льна) появился в ассортименте в конце 1980-х гг. В 1992 г. насчитывалось уже 18 препаратов на основе 9-ти д.в. и их различные комбинации преимущественно с дикамбой и 2,4-Д. В 2004 г. ассортимент препаратов на основе сульфонилмочевин достиг 53 наименований (17 д.в.). Преимуществом этой группы препаратов (гербициды 4-го поколения) была очень низкая норма применения (10–30 г/га), высокая избирательность действия, высокая безопасность для человека и теплокровных животных ($LD_{50} > 5000$ мг/кг). Однако недостатком для некоторых из них была длительность сохранения в почве и последствие на культуры в севообороте. Именно по этой причине препараты на основе хлорсульфурана долгое время не были включены в ассортимент для зерновых культур, которые возделываются в севообороте. В настоящее время имеются в наличии более безопасные по этому показателю гербициды для зерновых: трибенурон-метил (гранстар), тифенсульфурон-метил (хармони), а также комбинированные препараты с небольшим количеством хлорсульфурана (ковбой; дифезан и др.) или используемые при малых нормах расхода (кортекс; ленок; хардин и др.). На основе метсульфурон-метила для зерновых культур в 2016 г. ассортимент включал 19 препаратов различных производителей (магнум, аккурат, ларен про, грэнч и др.), а также 4 комбинированных препарата.

В настоящее время перечень культур, для которых разработаны безопасные гербициды на основе сульфонилмочевин, расширяется: например, римсульфурон (титус) и никосульфурон (милагро) для кукурузы. Найден избирательно действующий препарат даже для такой чувствительной культуры, как свекла (сахарная, столовая, кормовая) на основе трифлусульфурон-метила (карибу). Некоторые новые сульфонилмочевины вошли в состав комбинированных гербицидов для зерновых: амидосульфурон и йодосульфурон-метил натрия в составе препаратов секатор и секатор турбо; тритосульфурон в сочетании с дикамбой в составе препарата серто плюс. Просульфурон входит в состав препарата пик, который применяют в борьбе с двудольными сорными видами, в том числе с устойчивыми к 2,4-Д [26]. Широкое использование получило и такое на-

правление, как применение трибенурон-метила (гранд плюс, суперстар, гекстар, прометей, агро-стар, экспресс) на гибридах подсолнечника, обладающего устойчивостью к сульфонилмочевинам. Присутствуют в ассортименте и сульфонилмочевины общеистребительного типа с малыми нормами расхода – сульфометурон-метил (анкор-85, атрон, эшелон, эурон, веник).

В начале 1980-х гг. в ассортименте появились гербициды на основе органических соединений фосфора, на основе глифосата и глюфосината аммония. Эти препараты общего истребительного действия при относительно небольших нормах применения уничтожают как однолетние, так и многолетние сорные растения. Глифосат не накапливается в почве, его можно использовать по вегетирующим сорным растениям до посева или до всходов многих медленно прорастающих культур, а также в паровом поле (для сокращения механических обработок почвы), при обработке сорняков с осени по стерне. В ассортименте 1999 г. было уже более 10 препаратов на основе глифосата с содержанием д.в. 360 г/л (кислоты). Глюфосинат аммония (баста) использовали не только как гербицид, но также как десикант. Общее количество гербицидов на основе органических соединений фосфора в ассортименте 2004 г. составило 25, а к 2019 г. достигло 75 наименований.

Большую новую группу гербицидов составляют имидазолиноны, которые появились в начале 1990-х гг. Многие препараты этой группы проявляют высокую избирательность для бобовых (мотыльковых) культурных растений и обладают широким спектром действия на сорняки. Имазомокс (пульсар) рекомендован для применения на сое и горохе, имазетапир (пивот) – на сое, горохе, люпине, люцерне. Есть в этой химической группе и гербициды иного направления использования. Имазапир (арсенал) применяется как препарат общего истребительного действия. Сочетание двух имидазолинонов (имазамокс + имазапир) или имазамокс в чистом виде позволяют использовать эту группу препаратов в посевах гибридов подсолнечника и рапса, обладающих устойчивостью к их действию (евро-лайтнинг, евро-лайтнинг плюс, каптора и др.), причем эти гибриды получены с использованием методов традиционной селекции и не являются трансгенными.

На основе триазилинонов появился новый гербицид карфентразон-этил (аврора) и его комбинации с 2,4-Д (аврорекс) для зерновых культур для борьбы с двудольными сорными растениями, в том числе устойчивыми к 2,4-Д (подмаренник цепкий).

Из новых групп препаратов, появившихся в последние годы, необходимо отметить следующие: изоксазолидины – кломазон (комманд) для сои, свеклы, моркови, рапса, пирилоидоны – флухлоридон (рейсер) для картофеля, моркови, подсолнечника. Совершенствование ассортимента осуществляется путем создания более безопасных для использования форм препаратов. Если в 1960–1970-е гг. препаративными формами гербицидов в основном были растворимые порошки (натриевая соль 2,4-Д, натриевая соль 2М-4Х, ДНОК, ТХА, ПХФ натрия и др.), смачивающиеся порошки (симазин, атразин, рамрод и др.), концентраты эмульсии и водорастворимые концентраты (трефлан, зеллек, фюзилад, парднер, бюктрил-Д, бетаналы и др.), водные растворы (раундап, глиалка, 2,4-Д, диален, базагран и др.), то в конце 1980-х и в 1990-х гг. наряду с этими формами препаратов начинали появляться вододиспергируемые гранулы (гродил, грасп), сухая текучая суспензия (гранстар, хармони, титус), концентраты суспензии (гексилур, пирамин, бутизан, зирол), водно-гликолиевые растворы (ковбой, кросс, прессинг) – гигиенически более безопасные для использования.

Не получили достаточно широкого применения некоторые формы препаратов, такие как паста (например, нитрафен, препарат № 125) и гранулы (бутиловый эфир 2,4-Д, триаллат 10%, ордрам и ялан 10%, монурон и диурон и др.). Количество этих препаративных форм было небольшим. Применение гранул осложнялось отсутствием достаточно хороших приспособлений для их внесения.

В настоящее время продолжается совершенствование препаративных форм гербицидов (табл. 2). В 2001–2005 гг. значительное количество в ассортименте продолжали занимать концентраты эмульсии (27–32%), количество смачивающихся порошков снижалось, но за счет препаратов на основе метсульфурон-метила продолжало составлять 8–18%. Значительно увеличилось количество водно-диспергируемых гранул (11–22%). Большим оставалось число водных растворов в основном за счет препаратов на основе глифосата (до 14–19%). Появлялись и новые препаративные формы: масляная дисперсия (секатор турбо), суспензионная эмульсия (прима), концентрат коллоидного раствора (зонтран). В 2001–2005 гг. некоторые гербициды (сатис) выпускали в очень удобной форме – в растворимых в воде полиэтиленовых пакетиках с гектарной нормой внесения. Это очень удобная и гигиенически безопасная форма препарата для использования.

Таблица 2. Нормы применения гербицидов основных химических групп

Химическая группа	Годы					
	1986	1992	1998	2000	2004	2019
	Нормы применения препарата (л/га или кг/га)					
1. Феноксисукусная кислота	4.01	1.61	1.36	1.0	0.8	1.0
2. Феноксимасяная и феноксипропионовая кислота	3.58	3.28	1.41	—	—	—
3. Хлорацетанилиды	5.74	4.72	2.54	2.00	2.00	1.75
4. Ароматические амины	6.90	6.31	5.30	3.50	3.50	3.96
5. Бензойная кислота	3.72	2.02	1.82	0.50	0.50	0.81
6. Карбаматы	11.32	6.50	5.00	3.00	3.00	2.34
7. Тиокарбаматы	10.30	6.21	4.88	4.50	4.50	4.00
8. Фенилмочевины	4.89	3.40	2.50	2.50	—	—
9. Пиридазины	8.00	5.29	5.26	4.50	4.50	3.75
10. Пиримидины	2.70	2.58	2.55	2.00	2.00	1.50
11. Триазины	7.13	4.53	4.14	4.00	4.00	2.01
12. Арилоксифеноксипропионовые кислоты	3.42	3.23	2.23	2.00	2.00	0.67
13. Тиодиазины	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.50
14. Производные амнокислот	3.00	3.00	—	—	—	—
15. Органические соединения фосфора	7.33	5.45	5.33	4.50	4.00	3.96
16. Сульфонилмочевины	0.020	0.076	0.077	0.050	0.050	0.100
Среднее	5.38	3.83	3.16	2.28	2.09	1.77

Новые препаративные формы по токсикологическим и гигиеническим показателям были более безопасными для применения и могли использоваться с более низкими нормами применения, в том числе за счет изменения технологии их внесения. Например, препараты зонтран, ККР и лазурит супер, НКЭ было рекомендовано применять по вегетирующим сорным растениям, в ранние фазы их роста, а не до всходов. В результате, препаративная форма и изменение технологии применения позволили снизить норму внесения действующего вещества на единицу обрабатываемой площади практически в 3 раза.

Важным направлением в расширении ассортимента гербицидов является использование комбинированных препаратов. Комбинированные препараты имеют ряд преимуществ – расширяется спектр действия на сорные растения, сокращается обычно норма расхода каждого компонента по сравнению с использованием его в виде самостоятельного препарата.

Первые комбинированные препараты были разрешены к применению в начале 1970-х гг. (в 1971 г. – 7 наименований). В состав их входили 2,4-Д или МСРА с небольшой добавкой дикамбы – препараты банлен, диамет-Д или иоксинила –

препараты акрил АС, акрил М. Препарат тордон 101 представлял собой смесь 2,4-Д с пиклорамом. Число комбинированных препаратов увеличивалось и составило к 1976 г. 15 наименований, из них 9 – новых главным образом для зерновых культур – диален, диапрен, гезаран 3517, люметон, байялан – для риса, для других культур – кампарол, карагарт, нитазин, политриазины. В 1982 г. было рекомендовано 35 комбинированных препаратов. Комбинированные препараты включали метолахлор и атразин (примэстра), керб с диуроном (керб ультра и керб микс Б), далапон с хлоридазоном (дазон), бентазон с МСРА (базагран М), рамрод с малораном (нитиран). В 1992 г. количество комбинированных препаратов достигло 49 наименований (35 новых). В состав этих препаратов входили следующие сочетания: фенмедифам с десмедифамом и этофумезатом, глифосат с 2,4-Д, хлорсульфурон с 2,4-Д или дикамбой, трефлан с триаллатом, 2,4-Д с дикамбой, различные сочетания атразина с ацетохлором и пиридатом. В 1998 г. количество комбинированных препаратов составляло 32 наименования. Из новых комбинаций наибольший интерес представляли диален супер с повышенным содержанием дикамбы, чисталан, лонтрим (2,4-Д с клопиралидом), галакси топ (бентазон + ацифлу-

орфен), зирол (мекопроп-П + дифлюфеникан), базис (римсульфурон + тифенсульфурон-метил), пума супер комби (феноксипроп-П-этил + МС-РА + антидот). К 2000 г. количество комбинированных препаратов составило 37 наименований. Появились такие новые комбинированные препараты как ланцет (2,4-Д с флуороксиципролом), камбио (бентазон с дикамбой), лотус Д (2,4-Д + цинидон-этил), кварц супер (изопротурон с дифлюфениканом), реджио (хлоридазон + десмедифам + фенмедифам), флирт (хлоридазон с квинмеракком). В состав некоторых из них входили новые действующие вещества (квинмерак, цинидон-этил).

Количество комбинированных препаратов продолжало увеличиваться и в последующие годы. В 2004 г. их количество достигло 52 наименований. Появились новые интересные сочетания 2,4-Д и дикамбы с различными сульфонилмочевинами и комбинации различных сульфонилмочевин.

В создании и совершенствовании комбинированных препаратов большая работа была выполнена ВНИИФ, ВНИИХСЗР, ВНИТиГ и другими научными учреждениями [27, 28]. Отмечено, что в “Государственном каталоге пестицидов на 2004 г. ...” 20% составляли комбинированные гербициды, из них 54% – отечественного производства. Начиная с 1976 г., в России было разрешено для применения от 10 до 55 наименований смесевых гербицидов или от 12 до 20% от общего количества разрешенных. Наибольшее распространение получили 2-компонентные, реже 3-компонентные смеси. При этом наиболее целесообразными были смеси, в состав которых входили компоненты, отличавшиеся по механизму и спектру действия на сорные растения.

Многие смесевые отечественные препараты применяли или применяют в посевах зерновых культур: диален, диамет-Д, диапрен, сангор, дифезан, фенфиз, ковбой, прессинг, кросс, кронос и др. Гербицидом диален [27] за 10 лет в СССР было обработано 29.1 млн га зерновых культур с эффектом 75–85% гибели сорных растений и сохраненным урожаем от 1.5 до 3.0 ц/га. Препаратами дифезан и фенфиз за 2001–2004 гг. было обработано более 7.4 млн га зерновых культур при снижении засоренности на 70–90% и повышении урожайности на 3–5 ц/га. Перспективные отечественные смесевые препараты можно успешно использовать как общеистебительные гербициды для борьбы с сорной растительностью на железнодорожных путях и т.п. [28]: например, разработанный ВНИИФ препарат аметил.

Существенное внимание уделяется разработке основ создания гербицидных композиций [27]. Гербицидные композиции используют не только в России, но и в других странах мира. Отмечено проявление синергизма компонентов смеси, например, при сочетании глифосата и глюфосината с метсульфурон-метилом [29], 2,4-Д – с дикамбой и сульфонилмочевинами. Создание и разработка регламентов применения гербицидных композиций по-прежнему остается перспективным направлением в совершенствовании ассортимента гербицидов.

Важным экологическим требованием к безопасности гербицидов при совершенствовании их ассортимента является снижение нагрузки препаратов на 1 га пахотных земель. Это требование реально выполнить за счет снижения норм применения гербицидов при появлении новых перспективных химических групп (например, сульфонилмочевины, очищенные изомеры).

В табл. 3 приведены данные о снижении норм расхода гербицидов по мере появления новых химических групп препаратов и более перспективных препаратов внутри одной и той же химической группы. Эти данные свидетельствуют о значительном снижении гербицидной нагрузки на 1 га. В 1986 г. в целом расходовалось 5.38 кг гербицидов/га, в 1998 г. – 3.16, 2004 г. – 2.09, в 2019 г. – 1.77 кг/га.

Таким образом, с появлением новых химических групп достигнуто снижение норм применения препаратов. Если в 1960-е годы далапон и ТХА использовали в количестве 15–20 кг/га и более, в 1970-е гг. бетанал, базагран, дозанекс – 3–5 кг/га, в начале 1980-х гг. – ≈1 кг/га, то в конце 1980-х и начале 1990-х гг., например, зенкор – 0.5–0.7 кг/га, а производные сульфонилмочевины – в г/га площади (гранстар, титус – 25–50 г/га, глины – ≤10 г/га и т.п.).

Снижение нормы применения гербицидов происходило также за счет появления очищенных изомеров, применявшихся с более низкими дозировками. Например, на основе мекопропа выпускали препарат 2М-4ХП, который в посевах зерновых культур использовали в нормах 2–3 л/га. На основе активного изомера мекопропа был создан препарат дуплазан КВ, который применяли для борьбы с устойчивыми к 2,4-Д двудольными сорными растениями в посевах зерновых культур в дозировках в 2 раза более низких, чем 2М-4ХП. Дуал (метолахлор) применяли в нормах 1.6–3.0 л/га, дуал голд (С-метолахлор) – 1.3–2.0 л/га. Фюзилад супер, заменивший фюзилад, содержал очищен-

ный изомер флуазифоп-П-этила, зеллек супер (галоксифоп-Р-метил) заменил зеллек и т.п.

Нормы внесения снижались также за счет повышения содержания д.в. в составе препаратов, например, на основе 2,4-Д: луварам, ВР (диметиламинная соль 2,4-Д, 610 г/л) расходовали в посевах зерновых культур в нормах 1.0-1.3 л/га, эстерон (564 г/л 2-этилгексильный эфир 2,4-Д) – 0.6–1.0 л/га, луварам экстра, ВР (500 г/л с повышенным содержанием смачивателя 20%) – 1.0–1.2 л/га, октапон экстра, КЭ (500 г/л) – 0.6–0.9 л/га, дротик, ККР (400 г/л) – 0.5–1.2 л/га.

Различные добавки к гербициду могут способствовать снижению его нормы расхода. Условно добавки делятся на 3 группы: вещества, улучшающие смачиваемость листьев, вещества, улучшающие проникновение гербицида в растение, и вспомогательные вещества, улучшающие удерживаемость частиц пестицида на поверхности растений [31]. Химический состав добавок очень разнообразен: растительные масла, белковые производные, ионные и неионные поверхностно-активные вещества, полимеры, воски и т.п.

Для повышения эффективности действия на сорные растения и частичного снижения нормы применения значительное распространение получили адьюванты и поверхностно-активные вещества (ПАВ). В настоящее время наиболее широкое распространение получил неионогенный ПАВ – этоксилат изодецилового спирта (тренд 90, виволт, адью, бит 90, сателлит и др.). Их используют в посевах кукурузы, зерновых, сои, свеклы в основном с препаратами на основе сульфонилмочевин. Из адьювантов в России разрешен для применения корвет, в состав которого входят минеральные масла и жирные спирты. Корвет используют как добавку к гербициду грасп для зерновых культур и для кукурузы – к препарату каллисто.

За счет использования этих добавок при применении, например, бетанала и его аналогов в посевах свеклы расход препарата можно уменьшить на 1/3–1/2. При этом сохраняется достаточно высокая эффективность гербицида и обеспечивается более безопасное действие препарата на культурное растение, о чем свидетельствует дополнительная прибавка урожая корнеплодов.

К противозлаковым препаратам, содержащим 240 г/л клетодима, применявшихся на широком наборе двудольных культур, к рабочему раствору добавляли 3-кратное количество по объему адьюванта амиго, хелпер (285 г/л фосфата эфира) или амиго стар, КЭ (842 г/л смеси метиловых эфиров жирных кислот), при соотношении ком-

Таблица 3. Совершенствование препаративных форм гербицидов

Препаративная форма	Годы			
	1961	1985	2008	2019
	Количество наименований			
Водный раствор (ВР)	–	18	57	159
Водная эмульсия (ВЭ)	–	–	–	3
Водно-диспергируемые гранулы (ВДГ)	–	–	30	166
Водорастворимый концентрат (ВК, ВРК)	1	5	15	49
Водорастворимый порошок (ВРП) (РП)	4	10	1	1
Водорастворимые гранулы (ВРГ)	–	–	3	5
Водно-суспензионный концентрат (ВСК)	–	–	1	3
Водно-гликолевый раствор (ВГР)	–	–	4	4
Концентрат коллоидного раствора (ККР)	–	–	–	6
Концентрат наноэмульсии (КНЭ)	–	–	–	1
Концентрат суспензии (КС)	–	1	13	64
Микрокапсулированная суспензия (МКС)	–	–	–	2
Микроэмульсия (МЭ)	–	–	–	3
Концентрат эмульсии (КЭ)	3	53	82	225
Масляная дисперсия (МД)	–	–	1	17
Масляный концентрат (МК)	–	–	–	2
Масляный концентрат эмульсии (МКЭ)	–	–	–	6
Суспензионный концентрат (СК)	–	–	–	17
Смачивающийся порошок (СП)	2	58	22	25
Сухая текучая суспензия (СТС)	–	–	5	8
Суспензионная эмульсия (СЭ)	–	–	1	20
Эмульсия масляно-водная (ЭМВ)	–	–	4	11
Минерально-маслянная суспензия (ММС)	–	3	–	–
Паста (П)	–	2	–	–
Гранулы (Г)	–	8	–	–
Минеральные масла (нефтяные) (ММн)	–	–	–	–
Бинарная упаковка (БУ)	–	–	1	–
Цианамид кальция (технический продукт)	–	1	–	–

Таблица 4. Обеспеченность основных сельскохозяйственных культур гербицидами

Культура	Годы		
	1979	1999	2019
Зерновые (пшеница озимая и яровая, рожь, овес, ячмень, тритикале, овес)	47	52	273
Кукуруза	29	31	220
Картофель	15	16	99
Свекла сахарная	22	42	259
Зернобобовые (горох, фасоль, соя, нут, чечевица)	16	24	169
Подсолнечник	9	18	157
Плодовые	14	15	42
Овощные	36	25	106

понентов 1 : 2 или микс, Ж (900 г фосфата эфира/л) при соотношении компонентов 1 : 1.

В разных странах используют различные адьюванты и ПАВ. Например, обзор адьювантов был представлен и опубликован в Китае [30]. В работе приведен исторический аспект появления адьювантов, состояние вопроса и перспективы их использования. Авторы подразделяют вещества на 2 группы: адьюванты действия гербицидов и для улучшения качества применяемых препаратов и удобства работы с ними. Первая группа адьювантов оказывает непосредственное влияние на эффективность действия гербицидов, способствуя усилению адсорбции, распространению, проникновению через кутикулу листьев, противодействуя смыванию дождем и фотодеградацией гербицида. Вторая группа адьювантов улучшает физические свойства рабочего раствора. По химической структуре адьюванты подразделяются на 3 группы: сурфактанты, масла и неорганические соли. В Германии [31] изучали действие баковых смесей гербицидов, влияющих на ацетил-коэнзим-А-карбоксилазу, и сульфонилмочевин в сочетании с 19-ю адьювантами на некоторые виды сорных растений (костер бесплодный, лисохвост мышехвостиковый, метлица обыкновенная) и овес. Особенно эффективным было использование адьювантов в борьбе с костром бесплодным из-за покрытия поверхности его листьев волосками и слабой смачиваемости. С проверкой в полевых опытах в 2001–2003 гг. были подобраны перспективные адьюванты, равноценные по эффективности с минеральными маслами и рапсовым маслом. Было установлено, что длительность гербицидного действия после выпадения осадков вслед за применением препаратов зависит от при-

роды поверхности листьев растений, гербицида и адьюванта. В Польше в значительных количествах используют ПАВ и адьюванты [32]. В стране применяют 13 видов ПАВ, 100 т минеральных масел, 135 т растительных масел. При этом используют разные продукты: ПАВ на основе этоксилированных жирных спиртов, этоксилированных изодециловых спиртов, минеральные масла на основе парафиновых масел, масла растительного и животного происхождения, их производные (эстрифицированные масла, метилорированные жирные кислоты семян рапса, пост-рефинированные жирные кислоты из рапсового масла, рапсовое масло), а также минеральные соли (сульфат аммония). Для сравнения в Западной Европе в целом используют ПАВ – 8900 т, минеральные масла – 8700 т, растительные масла – 900 т, в США соответственно – 21 500, 108 900 и 4800 т. В США изучали гербицидное действие растительных масел различных растений и возможность их использования в качестве “натуральных гербицидов” и адьювантов [33]. Изучали масла растений базилика, рапса, коричника, тмина обыкновенного, гвоздики, кукурузы, хлопчатника, фенхеля, льна, лещины, масла арахиса, сафлора, сои, кунжута, подсолнечника и др. в условиях лабораторных и вегетационных опытов. В Германии [34] и США [35] изучали целесообразность добавления адьювантов к глифосату для повышения его эффективности при снижении дозировки.

В качестве добавки к гербицидам для снижения нормы расхода можно использовать минеральные удобрения. Первые примеры такого применения – обработка посевов зерновых культур 2,4-Д в сочетании с минеральными азотными удобрениями (подкормка мочевиной при снижении дозы 2,4-Д натриевой соли на 1/3). Подобные приемы используют и в настоящее время на различных культурах. В посевах овса применение аврорекса и фенфиза в пониженных нормах расхода в сочетании с NO_2SiO_3 на удобренном фоне способствовало повышению урожайности зерна [36].

В последние годы довольно большое внимание уделяют изучению возможности расширения срока применения препаратов, особенно часто в посевах зерновых культур и кукурузы: например, препараты, в состав которых входят 2 сульфонилмочевины (калибр, калибр голд, секатор турбо) на яровых зерновых культурах от фазы 3-х листьев до фазы формирования 2-го междоузлия [37], композиции, содержащие флуроксипир (старане премиум, деметра) или флуроксипир в сочетании с флорасуламом (унико) – в зависимости от сроков появления вьюнка полевого в фазах

от кушения до появления флагового листа и даже в фазе колошения [38].

К началу XXI века ассортимент гербицидов в нашей стране для основных сельскохозяйственных культур в основном был сформирован, что дало возможность решить многие проблемы химической борьбы с сорными растениями. Этот ассортимент соответствует мировому. В табл. 4 приведена обеспеченность основных сельскохозяйственных культур гербицидами в динамике по годам. Лидерами остаются зерновые культуры, кукуруза, свекла сахарная и подсолнечник.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шипинов Н.А., Чайко И.Г.* Химические методы борьбы с сорняками. Л., 1953. 84 с.
2. *Шипинов Н.А.* Химия в борьбе с сорняками. Л., 1954. 32 с.
3. *Шипинов Н.А.* Химическая борьба с сорной растительностью в СССР (IX Международ. конф. по карантину и защите растений от вредителей и болезней. Авт., 1958: Докл. советской делегации). М., 1958. 13 с.
4. *Шипинов Н.А.* Гербициды // Бюл. Гос. комиссии по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками. 1961. № 2. С. 30–44.
5. *Сабурова П.В., Петунова А.А.* К вопросу о механизме избирательного действия гербицида симазина (2-хлор-4,6-бис-этиламино-сим-триазин) // Бюл. ВИЗР. 1962. № 6. С. 15–19.
6. *Новожилов К.В.* Тенденции развития ассортимента пестицидных препаратов в СССР // Совершенствование ассортимента средств защиты растений и способов их применения на важнейших сельскохозяйственных культурах. Л., 1983. С. 7–14.
7. *Петунова А.А., Воеводин А.В., Каспирова Т.А.* Создание ассортимента гербицидов для главнейших сельскохозяйственных культур // Совершенствование средств защиты растений и способов их применения на важнейших сельскохозяйственных культурах (по итогам госиспытаний пестицидов и способов их применения за 1961–1981 гг.). Сб. научн. тр. Л.: ВИЗР, 1983. С. 52–61.
8. *Воеводин А.В.* О чувствительности к гербицидам некоторых растений, содержащих разные количества хромосом // Мат-лы 3-й Всесоюз. конф. по разработке и применению гербицидов в сел. хоз-ве. Секция 2. М., 1969. С. 2–4.
9. *Воеводин А.В., Петунова А.А.* Природа действия гербицидов // Защита растений. 1970. № 5. С. 29–30.
10. *Воеводин А.В., Терехова М.А., Казарина Е.М., Хисматулин А.Г.* Изучение чувствительности пшеницы к гербициду 2,4-Д // Агрохимия. 1973. № 8. С. 131–135.
11. *Воеводин А.В.* Влияние гербицидов на качество продуктов урожая // Влияние гербицидов на биологические свойства культурных растений и биохимический состав сельскохозяйственных продуктов. Тр. ВИЗР. Л., 1975. Вып. 43. С. 41–50.
12. *Petunova A.A.* Resistance of botanic taxons of Poacea (Graminae L.) to herbicides from different chemical groups // Brighton Crop Protection Conference: Weeds; 20–23 November, 1995 // Proceedings. 1995. V. 3. 6C–21. P. 747–752.
13. *Шипинов Н.А., Ладонин В.Ф., Маркелов Г.А.* Карбин – гербицид для уничтожения овсяга // Земледелие. 1963. № 3. С. 49–58.
14. *Шипинов Н.А.* Борьбы с сорняками в Швеции // Защита растений. 1968. № 6. С. 52–53.
15. *Новожилов К.В.* Тенденции развития ассортимента пестицидных препаратов в СССР // Совершенствование ассортимента средств защиты растений и способов их применения на важнейших сельскохозяйственных культурах. Л., 1983. С. 7–14.
16. *Новожилов К.В.* Некоторые направления экологизации защиты растений // Защита и карантин раст. 2003. № 8. С. 14–17.
17. *Давыдов А.М.* Ретроспектива совершенствования отечественных гербицидов для зерновых и пропашных культур. Уфа: Уфим. гос. нефт. тех. ун-т, 1998. 152 с.
18. *Долженко В.И., Новожилов К.В.* Перспективы повышения экологической безопасности химического метода защиты растений // Вестн. защиты раст. СПб.–Пушкин, 2005. № 2. С. 79–83.
19. *Долженко В.И., Новожилов К.В.* Приоритеты развития химического метода // Защита и карантин раст. 2006. № 4. С. 77–80.
20. *Мельников Н.Н., Баскаков Ю.Б.* Химия гербицидов и регуляторов роста растений. М.: Гос. научн.-тех. изд-во хим. лит-ры, 1962. 723 с.
21. *Долженко В.И.* Ассортимент средств защиты растений, включающих новое поколение биопестицидов, БАВ, экологически безопасные пестициды и аналоги природных соединений // Гербициды. Ч. 2, 3. СПб.: ООО ИЦЗР, ВИЗР РАСХН, 2000. 99 с.
22. *Петунова А.А.* Ретроспективный анализ ассортимента гербицидов // Мат-лы к Всерос. съезду по защите раст., 4–9 декабря 1995 г., Санкт-Петербург. СПб., 1995. 46 с.
23. *Петунова А.А., Долженко В.И., Галиев М.С., Маханькова Т.А.* Совершенствование ассортимента гербицидов // Агро XXI. 2001. № 2. С. 2–4.
24. *Маханькова Т.А., Долженко В.И., Петунова А.А.* Совершенствование ассортимента гербицидов в последнее десятилетие XX века и перспективы на начало XXI века // Химический метод защиты растений. Состояние и перспективы повышения экологической безопасности. СПб.: ВИЗР, 2004. С. 214–218.
25. *Маханькова Т.А., Долженко В.И., Петунова А.А.* Оптимизация ассортимента гербицидов для защиты зерновых культур // Фитосанитарное оздоровление экосистем: Мат-лы 2-го Всерос. съезда по защите раст. Санкт-Петербург, 5–10 декабря, 2005. Т. II. СПб., 2005. С. 392–394.
26. *Голубев А.С., Маханькова Т.А.* Биологическая эффективность гербицида пик при разной степени

- засоренности посевов озимой пшеницы в условиях Северо-Западного региона РФ // Там же. С. 359–361.
27. Раскин М.С. Смесевые гербициды. Теория создания и практика их применения: Доклад (Научн. конф. по актуальным проблемам земледелия, защиты растений, генетики, селекции и семеноводства полевых, овощных и плодовых культур), Москва, декабрь, 2003. // Докл. ТСХА. 2004. № 276. С. 130–135.
 28. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Рациональная система поиска и отбора гербицидов на современном этапе. М., 2006. 267 с.
 29. Kudsk P., Mathiassen S.K. Joint action of amino acid biosynthesis-inhibiting herbicides // *Weed Res.* 2004. V. 44. № 4. P. 313–322.
 30. Wang Cheng-ju, Zhang Wen-ji. Обзор по адьювантам и перспективы их применения с гербицидами // *Nongyaoxue xuebao. Chin. J. Pest. Sci.* 2003. V. 5. № 1. P. 12–20.
 31. Augustin B. Effektivitätsat und wirkungsweise von zusatzstoffen in tank-mischung mit herbiziden // 22 Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung. Stuttgart-Hohenheim. 2–4 März, 2004] // *Z. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz.* 2004. 19. P. 813–819.
 32. Woznica Z., Skrzypczak G. Adjuvants for folia applied herbicides // *Ann. Warsaw Agr. Univ. SGGW. Agr.* 1998. № 32. P. 33–42.
 33. Tworkoski T. Herbicide effects of essential oils // *Weed Sci.* 2002. V. 50. № 4. P. 425–431.
 34. Scherhag H., Schmitz-Eiberger M., Downer R., Noga G. Influence of rapeseed oil ethoxylate surfactants on retention and biological efficacy of glyphosate spray solutions in selected weeds // *J. Appl. Bot. Food Qual.* 2005. V. 79. № 1. P. 17–23.
 35. Sharma S.D., Singh M. Effect of two adjuvant types on the distribution of ¹⁴C-glyphosate applied to model weed species // Brighton Conf. “Weeds”: Proc. Int. Conf., Brighton, 15–18 Nov., 1999. V. 2. Farnham, 1999. С. 729–734.
 36. Иванов Д.Ю., Дорожкина Л.А. Эффективность комплексного применения силиката натрия и гербицидов в посевах зерновых культур // Научн. конф. по актуал. пробл. земледелия, защиты растений, генетики, селекции и семеноводства полевых, овощных и плодовых культур. Москва, дек., 2003. Докл. ТСХА. 2004. № 276. С. 120–124.
 37. Голубев А.С., Маханькова Т.А., Долженко В.И. Чувствительность сорных растений к гербициду Калибр Голд в разные фазы их развития // *Агрохимия.* 2018. № 10. С. 67–73.
 38. Голубев А.С., Маханькова Т.А., Долженко В.И., Каракотов С.Д. Биологическое обоснование возможности использования гербицидов в разные фазы развития зерновых культур // *Рос. сел.-хоз. наука.* 2020. № 1. С. 20–24.
 39. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Развитие отечественной гербологии на современном этапе. М.: Печатный город, 2013. 426 с.

Formation of an Assortment of Herbicides in Russia

T. A. Makhankova^{a,#}, V. I. Dolzhenko^a, and A. S. Golubev^a

^aAll-Russian Scientific Research Institute of Plant Protection
sh. Podbelskogo 3, Saint Petersburg–Pushkin 196608, Russia

[#]E-mail: tam@iczr.ru

Weed control in the cultivation of all crops is an important and necessary measure to obtain a high yield. The crops of most crops are heavily clogged and, due to the predominance of perennial rhizomatous and root-springing weeds, crop losses reach 30–40%. Herbicides are used on large areas in all developed countries at the present time and will be used in the nearest foreseeable period. The article presents the issues of the formation of the assortment of herbicides in our country in a historical aspect, for more than 50 years, since 1960, and until now.

Key words: weeds, herbicides, active substances, chemical classes, preparative forms, application standards, timing of protective measures, antidotes, surfactants, adjuvants, agricultural crops.