



DOI 10.21178/2079-6080.2018.3-4.42
УДК 632.954+630*232

Инновационный подход в применении баковых смесей гербицидов с синергическим эффектом при лесовосстановлении хвойных пород

© А.Н. Партолина

The innovative approach to the application of tank mixtures of herbicides with synergistic effect at reforestation of coniferous species

A.N. Partolina (Saint Petersburg Forestry Research Institute)

On different forestry objects (nurseries, plantations, clear cuts, natural young stands) for creation of qualitative coniferous forest stands are required to be carried out timely care of them. In particular, it is necessary to adjust the growth of unwanted vegetation. The chemical method most effectively allows to eliminate competitive vegetation at cultivation of coniferous trees.

For today for application in a forestry of Russia the small amount of herbicides is registered. Moreover application of single herbicide not always allows to carry out a qualitative care of forest plantations, especially in rich forest site conditions. Therefore it is expedient to study the possibility of application of several herbicides in tank mixtures for obtain the most biologically effective variants of suppression of weeds.

The purpose of this work was to study of tank mixtures of herbicides with a different spectrum and the mechanism of action on plants to pick up the most perspective of them for application at different stages of reforestation, and to estimate of character of interaction of components of herbicides in dynamics.

Experimental data on the biological efficiency of tank mixes in steam fields, in forest plantation, on clear cuts were obtained. The description of the effect of mixtures undesirable herbaceous and woody vegetation are given. High biological efficiency of suppressing of undesirable vegetation has been established at application of tank mixtures based on roundup, arsenal and anchor-85. Results of studying of the chemical compatibility of components of tank mixtures are presented and the regularities of the manifestation of a synergistic effect at their interaction are revealed. The

received results obtained are the basis for development of reforestation technologies with application of a chemical method.

Key words: tank mixtures, roundup, arsenal, anchor-85, biological efficiency, synergism

Инновационный подход в применении баковых смесей гербицидов с синергическим эффектом при лесовосстановлении хвойных пород

А.Н. Партолина

На разных лесохозяйственных объектах (питомники, лесные культуры, вырубки, естественные молодняки) для создания качественных древостоев хвойных пород требуется выполнять своевременные уходы за ними. В частности, необходимо регулировать рост нежелательной растительности. Химический метод позволяет наиболее эффективно устранять конкурентную растительность при выращивании хвойных деревьев.

В настоящее время для применения в лесном хозяйстве России зарегистрировано относительно малое количество гербицидов. Кроме того, применение одного гербицида не всегда позволяет провести качественный уход за культурами, особенно в богатых лесорастительных условиях. Поэтому целесообразно изучать возможность применения нескольких гербицидов в баковых смесях для получения наиболее биологически эффективных вариантов подавления сорняков.

Целью данной работы было исследовать баковые смеси гербицидов с разным спектром и механизмом воздействия на растения, чтобы подобрать наиболее перспективные для применения на разных этапах лесовосстановления и оценить характер взаимодействия компонентов гербицидов в динамике.

В статье приводятся экспериментальные данные по биологической эффективности действия баковых смесей в паровых полях, в культурах, на сплошных рубках. Описывается действие смесей на нежелательную травянистую и древесно-кустарниковую растительность. Установлена высокая биологическая эффективность подавления нежелательной растительности при применении баковых смесей на основе раундапа, арсенала и анкора-85. Представлены результаты изучения химической совместимости компонентов баковых смесей и выявлены закономерности проявления синергического эффекта при их взаимодействии. Полученные результаты являются основой для разработки технологий лесовосстановления с применением химического метода.

Ключевые слова: баковые смеси, раундап, арсенал, анкор-85, биологическая эффективность, синергизм

Партолина Анна Николаевна – научный сотр. научно-исследовательского отдела селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, канд. с.-х. наук

E-mail: partolina.anna.spb@gmail.com

ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»

194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., 21

Телефон: 8 (812) 552–80–21

E-mail: mail@spb-niilh.ru

Для формирования хозяйственно ценных хвойных древостоев требуется выполнять своевременные уходы за ними на разных этапах лесовыращивания. На сегодняшний день благодаря непрерывному совершенствованию химических препаратов и технологий их применения можно решить или облегчить решение многих задач регулирования лесных фитоценозов на разных лесохозяйственных объектах — от лесных питомников до спелых древостоев [5, 7, 15].

Однако применение однокомпонентных препаратов не всегда обеспечивает необходимую эффективность подавления широкого спектра видов нежелательной растительности. Обширными литературными данными из области лесного и сельского хозяйств подтверждается, что изучение возможности применения баковых смесей или комбинированных препаратов является перспективным путём в развитии химического метода [2, 7, 8, 10]. Подбор компонентов для смесей должен быть таким, чтобы получить синергический эффект, который позволит снизить нормы расхода каждого компонента, а в целом уменьшить общую химическую и токсическую нагрузки на экосистемы, повысить биологическую эффективность и длительность действия смеси. Кроме того, при использовании смесей, состоящих из гербицидов с разным спектром и механизмом действия, подавляется большее количество видов сорных растений. Применение таких смесей даёт возможность замедлить развитие резистентности (устойчивости) сорных растений [10, 11, 12]. В конечном счёте, при правильном подборе компонентов для смеси можно добиться значительного снижения себестоимости и кратности уходов, повышения эффективности технологий выращивания лесных культур. Кроме того, по сравнению с готовыми заводскими препаратами, состоящими из двух и более гербицидов, использование баковых смесей даёт возможность самостоятельно регулировать нормы применения каждого препарата в соответствии с конкретными усло-

виями засорённости нежелательными видами растений на лесохозяйственном объекте.

Актуальность использования баковых смесей связана также с тем, что ассортимент гербицидов, разрешённых для использования в лесном хозяйстве, сравнительно небольшой. Наиболее важными гербицидами из числа зарегистрированных являются: раундап, ВР* (360г/л) и другие препараты на основе глифосата, а также арсенал, ВК* (250г/л) и анкор-85, ВДГ* (750г/кг) [13]. Данных об эффективности действия баковых смесей из перечисленных химических веществ на сорную растительность явно недостаточно. Ранее для лесного хозяйства рекомендовались только двухкомпонентные баковые смеси — раундап с анкором-85 и арсенал с анкором-85 [2, 7]. Однако эффективность их действия по отношению к нежелательной растительности изучена не в полной мере, особенно это касается смеси арсенала с анкором-85. Трёхкомпонентные баковые смеси в лесном хозяйстве вообще не исследованы. Нет данных о возможности применения баковых смесей для паровых полей питомников. Представляет интерес анализ взаимодействия компонентов как в рекомендованных ранее, так и в трёхкомпонентных смесях.

Цель исследований — повышение биологической эффективности и экологической безопасности химического метода борьбы с нежелательной растительностью на разных этапах лесовосстановления и научное обоснование применения оптимальных сочетаний смесей гербицидов с разным спектром и механизмом действия с оценкой характера взаимодействия компонентов в динамике.

Методика и объекты исследований

Для решения поставленной цели было заложено 8 полевых мелкоделяночных опытов в Гатчинском районе Ленинградской области по общепринятым методикам [1, 6, 9]. Опыты были выполнены в 2010–2012 гг. на разных категориях земель, которые являются основными объектами применения гербицидов в

лесном хозяйстве: на сплошных вырубках, на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования, в культурах ели европейской и в паровом поле питомника. Повторность опытов трёхкратная. На протяжении трёх вегетационных сезонов проводились учётные состояния нежелательной растительности. Использованные в данной работе препараты являются малотоксичными (III класс опасности по классификации ВОЗ) и соответствуют всем современным экологическим и санитарно-гигиеническим требованиям.

Во всех опытах опрыскивание проводилось при помощи ручного ранцевого опрыскивателя «Соло» (расход рабочей жидкости – 200–300 л/га), Исключение составляют опыты в культурах ели и на вырубке (2011 г.), где обработка была выполнена с использованием моторного опрыскивателя «Штиль» (расход рабочей жидкости 150 л/га). Опыты состояли из нескольких схем применения гербицидов, с различными нормами и в разных сочетаниях, а также контрольного варианта без обработки (таблицы 1–5, рис. 1).

Результаты учётов нежелательной травянистой растительности обработаны методом дисперсионного анализа [6].

Показатели биологической эффективности действия гербицидов, полученные методом учётов проективного покрытия почвы травами, были использованы для расчёта коэффициентов совместного действия (КСД).

Расчёт активности смесевых гербицидов проводился по формуле Лимпела и Колби, 1965 г. [14]:

$$E' = y_1' y_2' \cdot \dots \cdot y_n' / 100^{n-1},$$

где $E' = 100 - E$, где E – «ожидаемый» эффект от применения гербицидов, %;

$y_1' = 100 - y_1$, где y_1 – эффект от гербицида A , %;

$y_2' = 100 - y_2$, где y_2 – эффект от гербицида B , %;

$y_n' = 100 - y_n$, где y_n – эффект от гербицида N , %;

n – количество пестицидов, использованных в смеси.

Расчёт коэффициента совместного действия (КСД) по формуле Попова, 1965 г. [14]:

$$\text{КСД} = E_{\text{расчётная}} / E_{\text{экспериментальная}}$$

где $E_{\text{расчётная}}$ – «ожидаемый» эффект, %;

$E_{\text{экспериментальная}}$ – эффект от гербицидов в смеси, %.

КСД > 1 характеризует синергизм; КСД < 1 – антагонизм; КСД = 1 – аддитивизм.

Опыты № 1 и № 2 были выполнены на сплошных вырубках двухлетней давности в черничном и кисличном типах лесорастительных условий с целью определения биологической эффективности действия гербицидов и их смесей на нежелательную травянистую и древесно-кустарниковую растительность. Один из них был заложен в 2010 г., а второй – в 2011 г., с целью проверки полученных данных. Травянистая растительность на этих площадях была представлена следующими основными видами: малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), виды вейника (*Calamagrostis* spp.), виды ситников (*Juncus* spp.), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) и др. Древесная растительность была представлена осинкой (*Populus tremula* L.), берёзой повислой (*Betula pendula* Roth), рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), ольхой серой (*Alnus incana* L.), ивой (виды) (*Salix* spp.) и крушиной ломкой (*Frangula alnus* Mill.), высота деревьев составляла от 0,3 до 1,5 метра. Все виды древесных и травянистых растений находились в активной стадии роста.

Опыты № 3 и № 4 были заложены на невозделываемых сельхозземлях, заросших преимущественно многолетними видами растений, типичными для северо-западного региона России, с целью определения биологической эффективности действия гербицидов в разных сочетаниях на широкий спектр нежелательной травянистой растительности. Опыт

2011 года был выполнен с целью проверки полученных данных в 2010 г. Наиболее распространённые виды сорняков на данных объектах: ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Beauv.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) и др. Травянистая растительность в день обработки находилась в фазах кущения, стеблевания, бутонизации и цветения. Древесно-кустарниковая растительность отсутствовала.

Опыты № 5 и № 6 (2010–2011 гг.) выполнены с целью установления синергизма действия гербицидов в баковых смесях. Обработки были произведены на невозделываемых сельскохозяйственных землях при выровненном агрофоне с доминированием злаковых и двудольных многолетних трав (вейник высокий (*Calamagrostis phragmitoides* Hartm.), полевица обыкновенная (*Agrostis capillaris* L.), купыр лесной (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) и др.). Травянистая растительность находилась в фазах цветения и плодоношения.

Опыт № 7 проводился на сплошной вырубке с лесными культурами ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) для оценки эффективности действия смесей гербицидов на листовые древесные породы и оценки их селективности по отношению к саженцам ели, в

2010 г. Нежелательная растительность была представлена видами, типичными для лесорастительных условий зеленомошной группы типов леса. Из нежелательных древесных пород присутствовали виды ивы (*Salix* spp.), ольха серая (*Alnus incana* L.) и виды берёзы (*Betula* spp.).

Опыт № 8 выполнен в 2011 г. с целью оценки биологической эффективности баковых смесей гербицидов в паровых полях питомников. Травянистая растительность во время обработки находилась в фазах кущения, розетки, стеблевания и бутонизации. Отдельные виды (одуванчик) – в фазе цветения. По составу сорняков данный опыт близок к опыту № 3, заложенному на площади с многолетними травами.

Результаты исследований

По результатам анализа полученных данных в опытах № 1 и № 2 на сплошных вырубках установлено, что максимальное подавление нежелательной растительности (86–93%) в течение всего вегетационного сезона 2010 г. оказали следующие смеси гербицидов: «раундап, 2,7 л/га + арсенал, 1,0 л/га + анкор-85, 100 г/га» и «раундап, 4 л/га + арсенал, 0,5 л/га + анкор-85, 75 г/га» (табл. 1). На следующий после обработки год эффективность действия этих смесей оставалась высокой до середины июля 2011 г., а затем снизилась до 54–55%.

Таблица 1

Действие гербицидов
на нежелательную травянистую растительность
по данным опыта 2010 г. на вырубке (обработка 09.06.2010) [3]

Варианты опыта	Биологическая эффективность по датам учета, %				
	2010 г.		2011 г.		
	24.07	07.09	07.06	14.07	17.08
Раундап, 8 л/га	91 А	60 В	55 В	33 В	23 Б
Арсенал, 3 л/га	56 В	61 В	58 В	23 Г	16 Б
Анкор-85, 300г/га	51 В	45 Г	25 Г	20 Г	14 Б
Раундап, 4 л/га + анкор-85, 150 г/га	85 А	89 А	93 А	82 А	48 А
Арсенал, 1,5 л/га + анкор-85, 150 г/га	48 В	57 В	63 Б	39 В	34 Б

Варианты опыта	Биологическая эффективность по датам учета, %					
	2010 г.		2011 г.			
	24.07	07.09	07.06	14.07	17.08	
Раундап, 4 л/га + арсенал, 1,5 г/га	85 А	78 Б	84 Б	68 Б	48 А	
Раундап, 2 л/га + арсенал, 0,75 л/га + анкор-85, 75 г/га	73 Б	69 Б	78 Б	43 В	21 Б	
Раундап, 2,7 л/га + арсенал, 1 л/га + анкор-85, 100 г/га	87 А	92 А	94 А	86 А	55 А	
Раундап, 4 л/га + арсенал, 0,5 л/га + анкор-85, 75 г/га	86 А	93 А	93 А	88 А	54 А	
	$F_{\text{факт.}} =$	66,05	53,57	18,78	24,16	8,99
	$F_{0,5} =$	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46

Примечания. Индексы А, Б, В, Г обозначают группы эффективности гербицидов, различия между которыми существенны по уровню значимости 0,05: А – высокая эффективность, Б – средняя эффективность, В – низкая эффективность, Г – очень низкая эффективность.

Смесь раундапа (4 л/га) с анкором-85 (150 г/га) показала также высокие результаты по действию на сорную растительность – эффективность в сентябре составила 89%. На второй год после обработки эффективность подавления сорняков этой смесью изменялась аналогично действию трёхкомпонентных баковых смесей, то есть до середины сезона. Гербициды, применённые по отдельности с максимально разрешёнными нормами, значительно уступали вариантам со смесями, а в течение следующего вегетационного сезона их эффективность была более низкой.

При применении смесей через год после обработки наблюдалось полное усыхание листовых пород, за исключением вариантов с анкором-85, применённым отдельно и в

смеси с арсеналом, где частично сохранила жизнеспособность берёза.

В опытах № 3 и № 4, выполненных на площадях, заросших многолетними травами, наиболее эффективными по подавлению сорных растений были следующие баковые смеси (табл. 2):

- раундап, 4 л/га + арсенал, 0,5 л/га + анкор-85, 75 г/га;
- раундап, 2 л/га + арсенал, 0,75 л/га + анкор-85, 75 г/га + глин, 5 г/га;
- раундап, 4 л/га + анкор-85, 75 г/га + ларен, 5 г/га.

К середине второго вегетационного сезона (через год после обработки) данные смеси обеспечивали максимальную эффективность (56–65%).

Таблица 2

Действие гербицидов и их смесей в опыте 2010 г. на площади с многолетними травами (обработка 07.06. 2010) [3]

Варианты опыта	Биологическая эффективность по датам учета, %		
	16.07.2010	15.09.2010	27.06.2011
	Раундап, 8 л/га	76 А	53 Б
Арсенал, 3 л/га	52 Б	74 Б	19
Анкор-85, 300 г/га	38 В	77 Б	13
Раундап, 4 л/га + анкор-85, 150 г/га	75 А	90 А	25

Варианты опыта	Биологическая эффективность по датам учета, %			
	16.07.2010	15.09.2010	27.06.2011	
Арсенал, 1,5 л/га + анкор-85, 150 г/га	47 Б	81 А	1	
Раундап, 4 л/га + арсенал, 1,5 л/га	77 А	85 А	33	
Раундап, 2 л/га + арсенал, 0,75 л/га + анкор-85, 75 г/га	84 А	97 А	38	
Раундап, 4 л/га + арсенал, 0,5 л/га + анкор-85, 75 г/га	85 А	94 А	56	
Раундап, 2 л/га + арсенал, 0,35 л/га + анкор-85, 100 г/га	79 А	87 А	43	
Раундап, 2 л/га + арсенал, 0,75 л/га + анкор-85, 75 г/га + глин, 5 г/га	75 А	93 А	56	
Раундап, 4 л/га + анкор-85, 75 г/га + ларен, 5 г/га	73 А	87 А	65	
	$F_{\text{факт.}} =$	24,83	15,12	1,47
	$F_{0,5} =$	2,3	2,3	2,3

Примечания. Индексы А, Б, В, Г обозначают группы эффективности гербицидов, различия между которыми существенны по уровню значимости 0,05: А – высокая эффективность, Б – средняя эффективность, В – низкая эффективность. Наименьшая существенная разница между вариантами при последнем сроке учёта не определялась, так как $F_{\text{факт.}} < F_{0,5}$.

Действие двухкомпонентных смесей к этому сроку значительно снизилось (до 25–33%), особенно в варианте со смесями арсенала с анкором-85 – до 1%. Эффективность действия препаратов, применённых по отдельности, была также очень низкой (13–36%). В качестве дополнительных вариантов в опыте были использованы незначительные добавки глины и ларена, однако они не дают значительного усиления эффекта по действию на сорную растительность.

В опыте № 7, выполненном в культурах ели, установлено, что перспективными для использования являются двухкомпонентные баковые смеси гербицидов раундапа (4 л/га) и арсенала (0,1–0,3 л/га), так как они подавляют рост и развитие листовых пород (ива, ольха, берёза), не повреждая культуры ели (табл. 3). Применение раундапа (4 л/га) с максимальной нормой арсенала (0,5 л/га) также показало высокую эффективность, однако данная смесь вызвала повреждения культуры ели. Это проявилось в виде торможения роста и в изменении цвета (побледнении) хвои по-

бегов текущего года. Данная смесь не рекомендована для применения. В варианте с обработкой одним раундапом в норме 6–8 л/га началось восстановление ивы.

В опыте № 8, который был выполнен в паровом поле, наиболее эффективными оказались двухкомпонентные баковые смеси раундапа (4 л/га) с анкором-85 (10–30 г/га). Лучшая из них – раундап, 4 л/га + анкор-85, 30 г/га. В вариантах, где делянки были обработаны двухкомпонентными баковыми смесями раундапа, 4 л/га с лареном, 10 и 20 г/га, эффективность действия была менее высокой вследствие более быстрого отрастания однодольных растений, чем в вариантах со смесями с анкором-85. В вариантах, где был применён раундап в отдельности (4 и 6 л/га) эффективность к концу вегетационного сезона была практически нулевой (рис.). Следует отметить, что незначительные добавки анкора-85 полностью инактивируются в почве к концу вегетационного сезона и не представляют опасности для посевов хвойных пород весной следующего года.

Таблица 3

Действие гербицидов и их смесей
на нежелательную древесно-кустарниковую растительность
при уходе за культурами ели (обработка 21.09.2010) [3]

Варианты опыта	Биологическая эффективность по датам учета, %					
	19.06.2011			14.07.2011		
	Ива	Ольха	Береза	Ива	Ольха	Береза
Раундап, 4 л/га+ арсенал, 0,1 л/га	92	90	100	90	83	100
Раундап, 4 л/га+ арсенал, 0,3 л/га	93	96	100	89	98	100
Раундап, 4 л/га+ арсенал, 0,5 л/га	97	98	100	99	100	100
Раундап, 6 л/га	73	90	100	59	95	100
Раундап, 8 л/га	83	95	100	66	94	100
Контроль (без обработки)	-	-	-	-	-	-

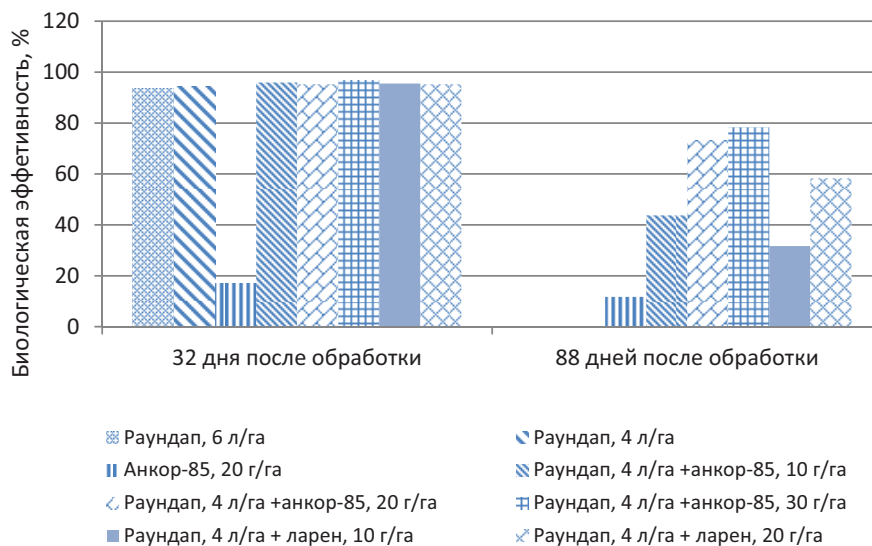


Рис. Биологическая эффективность (%) действия гербицидов на нежелательную травянистую растительность в опыте на паровом поле (обработка 09.06.2011) [3]

По результатам анализа данных, полученных в опытах № 5 и № 6, было установлено, что во многих вариантах с баковыми смесями между компонентами возникает синергический эффект, т. е. от действия нескольких препаратов при совместном применении повышается общий эффект сверх арифметической суммы их уровня воздействия. Так, например, из данных таблицы 4 видно, что

во всех вариантах коэффициент совместного действия выше 1, что свидетельствует о синергизме, кроме варианта со смесью анкора-85 с арсеналом, так как оба этих препарата медленно проявляют своё гербицидное действие. Однако позже положительное взаимодействие компонентов в этой смеси постепенно усилилось. К концу вегетационного сезона показатели КСД снижаются

из-за того, что травянистая растительность на всех делянках, в том числе и в контрольном варианте начинает разлагаться ввиду окончания вегетации растений. Это влияет на результаты учётов, так как проективное покрытие почвы сорняками на опытных и контрольных делянках отличалось незначительно.

Таблица 4

Коэффициенты совместного действия баковых смесей
в опыте № 5 на невозделываемых сельхозземлях
по данным учётов проективного покрытия сорняками (обработка 19 июля 2010 г.) [4]

Варианты опыта	Коэффициенты совместного действия				
	2010 г.		2011 г.		
	22.08	20.09	7.06	23.07	21.09
Раундап, 2,7 л/га + арсенал, 1 л/га	1,24	1,07	1,34	1,13	0,62
Раундап, 2,7 л/га + анкор-85, 100 г/га	1,19	1,07	1,32	1,53	0,87
Анкор-85, 100 г/га + арсенал, 1 л/га	0,98	1,01	1,51	3,7	3,27
Раундап, 2,7 л/га + арсенал, 1 л/га + анкор-85, 100 г/га	1,27	1,02	1,19	2,55	1,88

Во втором опыте по установлению синергизма отмечается похожая динамика нарастания показателей КСД. Однако из-за разных сроков обработки данных опытов они отличаются и изменяются в динамике по-разному. К началу второго вегетационного периода КСД выросли во всех вариантах смесей. Как и в опыте 2010 года наибольший коэффициент был у смеси анкора-85 с арсеналом (табл. 5), что связано с персистентностью этих препаратов.

Таблица 5

Коэффициент совместного действия баковых смесей
в опыте № 6 на невозделываемых сельхозземлях
по данным учётов проективного покрытия сорняками
(обработка 9 июня 2011 г.) [4]

Варианты опыта	Коэффициенты совместного действия				
	2011 г.		2012 г.		
	11.07	17.08	21.09	6.06	18.07
Раундап, 2,7 л/га + арсенал, 1 л/га	0,59	0,96	1,03	1,22	0,76
Раундап, 2,7 л/га + анкор-85, 100 г/га	0,89	0,97	1,17	1,68	2,98
Анкор-85, 100 г/га + арсенал, 1 л/га	0,97	0,99	1,17	2,02	2,44
Раундап, 2,7 л/га + арсенал, 1 л/га + анкор-85, 100 г/га	0,97	1,00	1,06	1,63	2,41

Обобщая результаты опытов по установлению синергизма, можно говорить о том, что все три препарата (раундап, анкор-85 и арсенал) хорошо сочетаются друг с другом в баковых смесях. Баковые смеси не теряют продолжительное время гербицидной активности по действию на нежелательную сорную растительность. Синергический эффект в смесях проявлялся не сразу и зависел от срока обработки (фаза развития нежелательной расти-

тельности во время обработки) и от скорости воздействия на сорную растительность самого гербицида. Наиболее перспективны следующие сочетания гербицидов:

- раундап + анкор-85;
- анкор-85 + арсенал;
- раундап + анкор-85 + арсенал.

Данные варианты баковых смесей обладают наиболее выраженной химической совместимостью компонентов и высокой биологической эффективностью, что позволяет на продолжительный период подавить развитие сорняков.

Выводы

В результате анализа полученных экспериментальных данных были отобраны баковые смеси, наиболее перспективные для использования в лесном хозяйстве.

1) При подготовке площади под посадку лесных культур, реконструкции малоценных молодняков:

- раундап, 2,7 л/га + арсенал, 1,0 л/га + анкор-85, 100 г/га;
- раундап, 4,0 л/га + арсенал, 0,5 л/га + анкор-85, 75 г/га.

2) При химическом уходе за культурами:

- раундап, 4,0 л/га + арсенал, 0,1 л/га;
- раундап, 4,0 л/га + арсенал, 0,3 л/га.

3) При обработке паровых полей питомника:

- раундап, 4,0 л/га + анкор-85, 20 г/га;
- раундап, 4,0 л/га + ларен, 20 г/га.

Применение баковых смесей позволяет существенно повысить эффективность химических обработок по сравнению с применением препаратов по отдельности в максимально разрешённых нормах.

Компоненты гербицидов (раундап, анкор-85, арсенал) хорошо сочетаются друг с

другом в баковых смесях. Не наблюдается антагонизма их действия. В большинстве случаев возникает синергический эффект, который проявляется постепенно и зависит от срока обработки и механизма действия препарата. Благодаря возникновению синергизма между компонентами смеси можно снизить нормы расхода препаратов без ослабления токсического действия на сорняки.

Вероятность возникновения резистентности сорняков к препаратам снижается благодаря смешиванию гербицидов с разными механизмами действия на растения. Кроме того, применение смесей позволяет значительно расширить спектр воздействия на нежелательную растительность при одновременном снижении норм расхода каждого из компонентов по сравнению с применением их по отдельности.

Установлены минимальные нормы препаратов для приготовления смесей: раундап – 2,7 л/га, арсенал – 0,5 л/га, анкор-85 – 75 г/га). Применение более низких норм нецелесообразно, так как приводит лишь к частичному отмиранию относительно устойчивых видов травяного покрова вырубков (вейники, малина, костяника и другие) и быстрому их восстановлению.

В ряде опытов, где испытывались как двухкомпонентные, так и трёхкомпонентные баковые смеси, последние показывали более высокую эффективность воздействия на нежелательную растительность на более длительный срок, благодаря присутствию в их составе таких персистентных гербицидов как анкор-85 и арсенал. Наличие раундапа в смеси вызывает значительное ускорение проявления гербицидного и арборицидного действия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бельков, В.П. Методика испытаний гербицидов и арборицидов в лесном хозяйстве: методические рекомендации / В.П. Бельков – Л.: ЛенНИИЛХ. 1990. – 44 с.
2. Быков, Н.В. Перспективные гербициды, арборициды и их баковые смеси для борьбы с нежелательной растительностью в лесу / Н.В. Быков, В.Г. Сергиенко, А.Н. Красновидов // Теория и практика химического ухода за лесом: Труды СПбНИИЛХ. – СПб.: СПбНИИЛХ, 2004. – С. 29–40.
3. Гусева, А.Н. Оценка биологической эффективности современных гербицидов в баковых смесях для использования их в лесном хозяйстве / А.Н. Гусева, А.Б. Егоров // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование – 2012. – № 1 (15). – С. 3–11.
4. Гусева, А.Н. Оценка химической совместимости современных гербицидов в баковых смесях для использования их в лесном хозяйстве / А.Н. Гусева // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. – СПб., 2012. – Вып. 1–2. – С. 47–52.
5. Декатов, Н.Е. Мероприятия по возобновлению леса при механизированных лесозаготовках / Н.Е. Декатов – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1961. – 277 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Егоров, А.Б. Лесовосстановление с применением химического метода: учеб. пособие / А.Б. Егоров, А.В. Жигунов – СПб.: СПбГЛТУ. – 2009. – 68 с.
8. Егоров, А.Б. Современное состояние и основные направления лесовосстановления в таёжной зоне России с применением гербицидов / А.Б. Егоров // Теория и практика химического ухода за лесом: Труды СПбНИИЛХ. – СПб.: СПбНИИЛХ, 2004. – С. 9–19.
9. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве // Госхимкомиссия при МСХ СССР, ВИЗР. – М.: ВИЗР –1981. – 46 с.
10. Раскин, М.С. Комплексные гербициды. Вопросы теории и практики / М.С. Раскин // Материалы Всероссийского научно-производственного совещания – Голицыно, 1995. – С. 128–132.
11. Соколов, М.С. Возникновение и преодоление резистентности сорняков к гербициду / М.С. Соколов, Е.П. Угрюмов, О.Д. Филипчук // Материалы Второго Всероссийского научно-производственного совещания, Голицыно, 17–20 июля 2000 г. – Голицыно.: ВНИИФ.– 2000. – С. 174–178.
12. Спиридонов, Ю.Я. Рациональная система поиска и отбора гербицидов на современном этапе / Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков – М.: РАСХН-ГНУ ВНИИФ, 2006. – 272 с.
13. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. – М.: Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 6, 2010 год. – 2010. – 804 с.
14. Терехов, В.И. Статистическая оценка результатов испытаний пестицидов и их смесей / В.И. Терехов, С.П. Афонин // Труды ВИНТИСХ МСХ СССР. – М.: ВНИИТЭИСХ. – 1971. – 115 с.
15. Химический уход за лесом: сборник научных трудов, Государственный комитет СССР по лесному хозяйству, Ленинградский научно-исследовательский институт лесного хозяйства; [редкол.: В.П. Бельков (отв. ред.) и др.] Л.: ЛенНИИЛХ, 1987. – 138 с.

REFERENS

1. Bel'kov V.P., Omelyanenko A.Ya., Martynov A.N., Bubnov A.A., Pavljuchenkova L.N., Berg I.E. Metodika ispytaniy gerbicidov i arboricidov v lesnom hozjajstve: metodicheskie rekomendacii. Leningrad, LenNIILH, 1990, 44 p. (In Russian)
2. Bykov N.V., Sergienko V.G., Krasnovidov A.N. Perspektivnye gerbicydy, arboricydy i ih bakovye smesi dlja bor'by s nezhelatel'noj rastitel'nost'ju v lesu. Teorija i praktika himicheskogo uhoda za lesom. *Trudy SPbNIILH*, Saint Petersburg, SPbNIILH, 2004, pp. 29–40. (In Russian)
3. Guseva, A.N., Egorov A.B. Ocenka biologicheskoj jeffektivnosti sovremennyh gerbicidov v bakovyh smesjah dlja ispol'zovanija ih v lesnom hozjajstve. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Serija: Les. Ekologija. Prirodopol'zovanie*. 2012, no. 1 (15), pp. 3–11. (In Russian)
4. Guseva A.N. Ocenka himicheskoi sovmestimosti sovremennyh gerbicidov v bakovyh smesjah dlja ispol'zovanija ih v lesnom hozjajstve. *Trudy Sankt-Peterburgskogo NII lesnogo hozjajstva*. Saint-Petersburg, 2012, vol. 1–2, pp. 47–52. (In Russian)
5. Dekatov N.E. Meroprijatija po vozobnovleniju lesa pri mehanizirovannyh lesozagotovkah. Moscow, Leningrad, Goslesbumizdat, 1961, 277 p. (In Russian)
6. Dosphevo B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). Izd. 4-e, pererab. i dop. Moscow, Kolos, 1979, 416 p. (In Russian)
7. Egorov A.B., Zhigunov A.V. Lesovosstanovlenie s primeneniem himicheskogo metoda: ucheb. Posobie. Saint Petersburg. SPbGLTU, 2009, 68 p. (In Russian)
8. Egorov A.B. Sovremennoe sostojanie i osnovnye napravlenija lesovosstanovlenija v tajozhnoj zone Rossii s primeneniem gerbicidov. Teorija i praktika himicheskogo uhoda za lesom. *Trudy SPbNIILH*. Saint Petersburg, SPbNIILH, 2004, pp. 9–19. (In Russian)
9. Metodicheskie ukazaniya po polevomu ispytaniyu gerbicidov v rastenievodstve. Moscow, VIZR, 1981, 46 p. (In Russian)
10. Raskin M.S. Kompleksnye gerbicydy. Voprosy teorii i praktiki. *Materialy Vserossijskogo nauchno-proizvodstvennogo soveshhanija*. Golicyno, 1995, pp. 128–132. (In Russian)
11. Sokolov M.S., Ugrjumov E.P., Filipchuk O.D. Vozniknovenie i preodolenie rezistentnosti sornjakov k gerbicidu. *Materialy Vtorogo Vserossijskogo nauchno-proizvodstvennogo soveshhanija*, Golicyno, 17–20 ijulja 2000. Golicyno. VNIIF, 2000, pp. 174–178. (In Russian)
12. Spiridonov Ju.Ja., Shestakov V.G. Racional'naja sistema poiska i otbora gerbicidov na sovremennom jetape. Moscow, 2006, 272 p. (In Russian)
13. Spisok pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh k primeneniju na territorii RF. Moscow. Prilozhenie k zhurnalu «*Zashhita i karantin rastenij*» no. 6, 2010, 804 p. (In Russian)
14. Terehov V.I., Afonin S.P. Statisticheskaja ocenka rezul'tatov ispytaniy pesticidov i ih smesej. *Trudy VINTISH MSH SSSR*. Moscow. VNIITJeISH, 1971, 115 p. (In Russian)
15. Bel'kov V.P. Himicheskij uhod za lesom: sbornik nauchnyh trudov, Gosudarstvennyj komitet SSSR po lesnomu hozjajstvu, Leningradskij nauchno-issledovatel'skij institut lesnogo hozjajstva. Leningrad, LenNIILH, 1987, 138 p. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 20.12.2018