

А.И.Хайбуллин, аспирант  
Белорусский НИИ защиты растений  
УДК 632.981.12

## Вязкость рабочих растворов агрохимикатов

Описано явление вязкости как физического параметра растворов. Рассмотрено его влияние на практическое использование агрохимикатов. Определены величины вязкости рабочих растворов, как смесей, так и их компонентов: гербицидов — арелон, лентипур, линтур; вспомогательных веществ — гликал, синтетическое универсальное моющее средство (СУМС), карбамид-аммиачная селитра (КАС), инсектицид каратэ. Сделаны выводы и даны практические рекомендации по практическому применению этих комбинаций.

Одной из важных характеристик смесей пестицидов и вспомогательных веществ является вязкость рабочих растворов. Под этим понятием подразумевают внутреннее трение, проявляющееся при относительном движении соседних слоёв жидкости и зависящее от сил сцепления (взаимодействия) между молекулами. Во всех жидкостях при перемещении одних слоёв относительно других возникают более или менее значительные силы трения [1]. Причиной этому является деформация и ориентация вдоль потока макромолекул данных жидкостей и взвешенных частиц, или разрушение пространственной структуры жидкости с последующей ориентацией её структурных элементов в поток. Величина, обратная вязкости, называется текучестью [2, 4].

В значительной степени вязкость жидкостей зависит от температуры раствора [1]. С её повышением увеличивается среднее расстояние между молекулами, ослабляется взаимное притяжение между ними и, следовательно, уменьшается сила трения между движущимися слоями, т.е. вязкость жидкости уменьшается [4]. На графике показана экспоненциальная зависимость вязкости воды от её температуры.

Роль вязкости рабочих растворов гербицидов в поглощении активной субстанции листьями сорных

*Phenomenon of viscosity as a physical parameter of solution is described. Its influence on the practical agrochemicals use is considered. Amounts of viscosity of working solutions, both mixes, and their components are determined: herbicides-lentipur, arelon, lintur, adjuvant-glical, synthetic universal detergents (SUD), KAN, insecticide karate. Conclusions are made and practical recommendations for practical application are given.*

растений достаточно велика. Согласно формуле Стокса-Эйнштейна данный показатель обратно пропор-

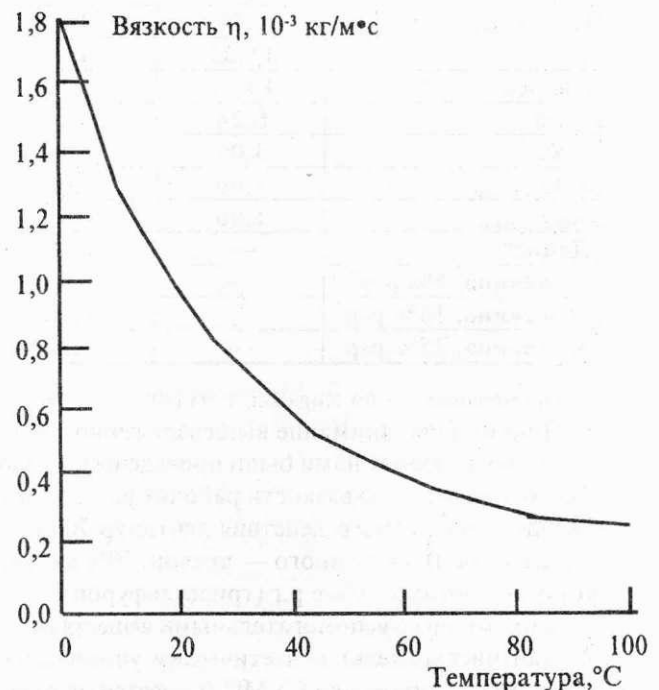


График. Температурная зависимость вязкости воды [7]

ционален коэффициенту диффузии вещества [7]. Отсюда понятно снижение действия пестицидов с увеличением вязкости раствора. Так, ещё в 1930 г. Гинсберг [9] отметил, что скорость проникновения многих инсектицидных масел на нижней поверхности листьев яблони была обратно пропорциональна их вязкости. С верхней поверхности листьев только лёгкие масла проникали в ткани листьев. Кроме того, этот параметр до известной степени может охарактеризовать скорость прохождения рабочего раствора через резервуар, штанги и форсунки опрыскивателя. Определённым образом он может повлиять на полноту растворения одного вещества в другом, их перемешиваемость. От вязкости растворов в некоторой степени может зависеть пропитывание ими волокнистых систем (в данном случае поверхности листа сорняка) или образование покрывающей плёнки на листовой пластинке [6]. Кроме того, величина капель, образующихся при опрыскивании, зависит главным образом от вязкости рабочей жидкости, а уж затем от используемых форсунок, давления и скорости движения агрегата [8, 11].

По мнению некоторых исследователей [3], такое свойство растворов, как вязкость, необходимо учитывать для более целенаправленного и осмысленного применения препаратов, так как пестициды имеют резко различную вязкость: от прекрасно текучего кампозана до корбела консистенции глицерина (табл.).

Таблица. Вязкость исходных и рабочих растворов пестицидов [3]

Препарат	Вязкость 0,1 н. сек/см <sup>2</sup>	
	Исходный раствор	Рабочий раствор
2,4-ДА	12,49	1,03
Диален	8,99	1,06
Лонтрел	4,51	1,03
Кампозан М	2,75	1,09
ТУР	11,25	1,03
Корбел	144,5	1,02
Тилт	6,24	1,03
КАС	3,05	1,01
H <sub>2</sub> O <small>водопр.</small>	1,00	—
H <sub>2</sub> O <small>дистил.</small>	1,00	—
Децис*	—	1,079
Мочевина, 5% р-р*	—	1,078
Мочевина, 15% р-р*	—	1,166
Мочевина, 25% р-р*	—	1,256

Примечание: \* — по Rogalski, 1993 [10].

Принимая во внимание вышеизложенное, в лабораторных условиях нами были проведены исследования по определению вязкости рабочих растворов гербицидов контактного действия лентипур 700 г/л к.с. (хлортолурун), системного — арелон, 50% к.с. (изопротурон), линтур, 70% в.р.г (триасульфурон + дикамба) и их смесей со вспомогательными веществами гликал (антииспаритель), синтетическим универсальным моющим средством или СУМС (вещество, используемое для снижения поверхностного натяжения рабочих

растворов), азотным удобрением КАС-30, а также инсектицидом каратэ. Вязкость растворов определялась при помощи вискозиметра ВПЖ-1 с висязим уровнем [5]. Перед проведением анализа прибор с испытуемой жидкостью устанавливался в жидкостный термостат. При температуре измерения 20°C выдерживали вискозиметр не менее 15 мин. Вязкость определяли по скорости истечения жидкости через капилляр, длина и радиус которого известны. Вычисления проводили по формуле, приведенной ниже, по среднему (из 8 повторений) времени истечения жидкости.

$$V = \frac{g}{9,807} T \times K,$$

где К — постоянная вискозиметра (0,00991), мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>;  
V — кинематическая вязкость жидкости, мм<sup>2</sup>/с;  
T — время истечения, с;  
g — ускорение свободного падения (9,8), м/с<sup>2</sup>.

Результаты исследований представлены ниже в виде диаграмм 1-4.

Изучение веществ, добавляемых к гербицидам, позволило выявить, что максимальной вязкостью обладает рабочий раствор инсектицида каратэ (1,071 мм<sup>2</sup>/с), минимальной — азотное удобрение КАС (1,005 мм<sup>2</sup>/с; диаграмма 1).

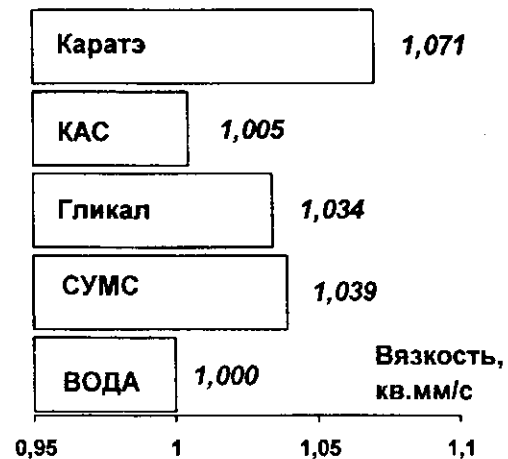


Диаграмма 1. Вязкость растворов вспомогательных веществ

Сравнительно одинаковым был этот параметр у гликала и СУМС (1,034 мм<sup>2</sup>/с и 1,039 мм<sup>2</sup>/с соответственно).

При определении вязкости растворов арелона и его смесей было установлено, что снижение нормы расхода гербицида на 30% от минимально рекомендованной (с 2,25 л/га до 1,5 л/га) вызвало существенное уменьшение величины изучаемого параметра с 1,104 мм<sup>2</sup>/с до 1,034 мм<sup>2</sup>/с (диаграмма 2).

Добавление КАС, гликала и в большей степени каратэ повысило вязкость растворов до 1,041, 1,062 и 1,091 мм<sup>2</sup>/с соответственно. В дальнейшем введение в смесь гербицида и вспомогательных веществ — инсектицида значительно не повлияло на величину данного показателя.

Результаты определения вязкости лентипура и его смесей представлены на диаграмме 3.

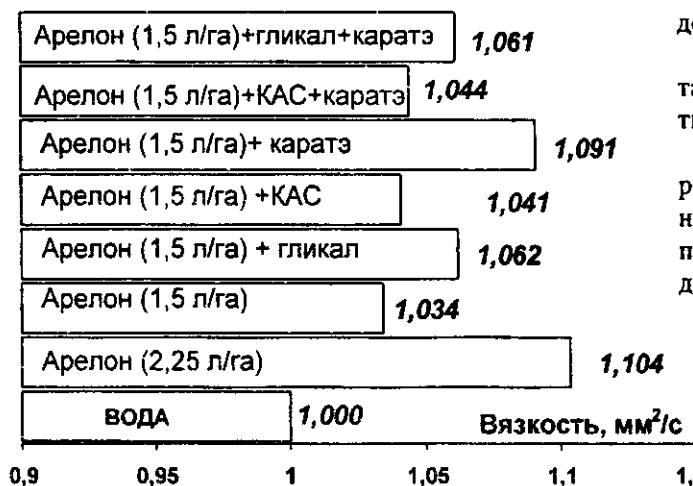


Диаграмма 2. Вязкость растворов гербицида арелон и его смесей

Анализ данных позволяет заключить, что, как и в случае с арелоном, но в ещё большей степени, снижение нормы расхода лентипура на 30% от минимально рекомендованной (с 1,7 л/га до 1,2 л/га) повлекло за собой и уменьшение величины изучаемого параметра с 1,120 мм<sup>2</sup>/с до 1,024 мм<sup>2</sup>/с. Добавление гликала и каратэ в равной степени повысило вязкость растворов до 1,041 мм<sup>2</sup>/с, а КАСа снизило этот параметр до 1,014 мм<sup>2</sup>/с. Инсектицид, введённый в растворы смесей гербицидов с гликалом или КАС, вызвал в первом случае увеличение вязкости растворов до 1,033 мм<sup>2</sup>/с, а во втором — её уменьшение до 1,009 мм<sup>2</sup>/с. Отсутствие закономерности (ведь по логике с добавлением каратэ должна повыситься вязкость растворов) в данном случае свидетельствует о взаимодействии компонентов смеси с образованием новых соединений.

Анализ данных определения вязкости линтура позволил установить, что независимо от нормы расхода гербицида (50-120 г/га) изучаемый параметр не изменялся и составлял 1,008 мм<sup>2</sup>/с (диаграмма 4). С добавлением азотного удобрения КАС вязкость раствора снизилась ещё до 1,004 мм<sup>2</sup>/с. Введение в раствор гликала или СУМС повышало этот параметр

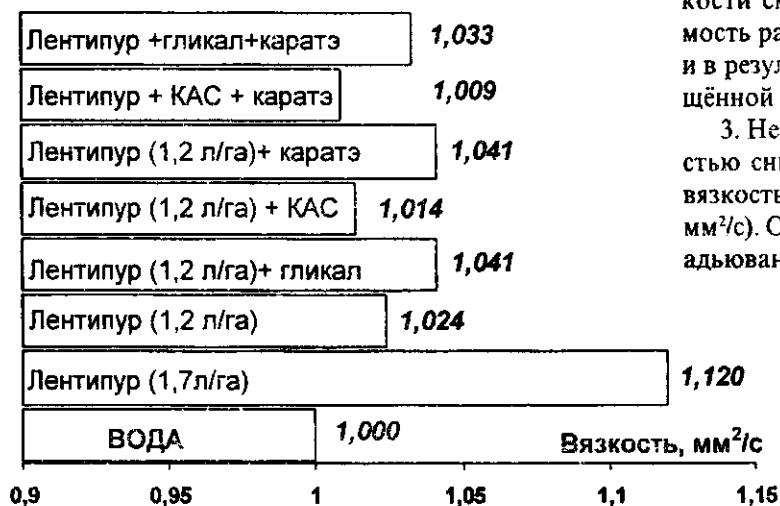


Диаграмма 3. Вязкость растворов гербицида лентипур и его смесей

до 1,021 и 1,051 мм<sup>2</sup>/с соответственно.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать следующие выводы и дать практические рекомендации:

1. Использование в качестве адьюванта антииспарителя гликал во всех случаях приводило к увеличению вязкости растворов гербицидов. Поэтому при практическом применении смесей подобного рода давление в резервуаре опрыскивателя должно быть несколько увеличено, а скорость движения агрегата замедлена. Это будет способствовать образованию более мелких капель и равномерному покрытию обрабатываемой площади. Кроме того, для полного растворения компонентов перемешивание этих смесей должно вестись более тщательно и несколько дольше обычного. Это же касается комбинаций, в которых присутствует инсектицид каратэ, являющийся сам по себе достаточно тяжёлым веществом и как следствие увеличивающим вязкость растворов, к которым добавляется.

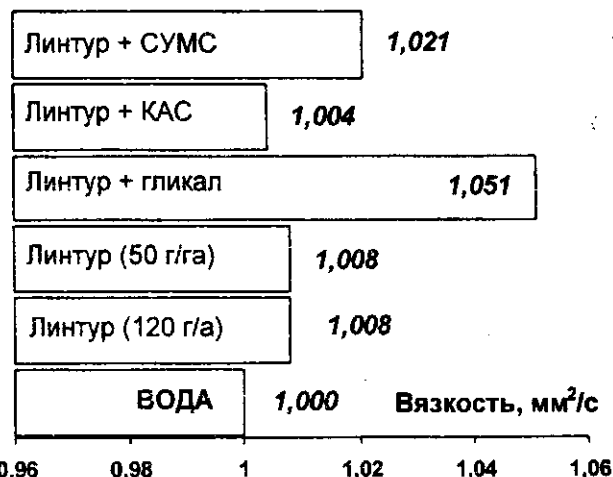


Диаграмма 4. Вязкость гербицида линтур и его смесей

2. КАС-30 является хорошо текучим веществом, и его вязкость лишь незначительно превышает вязкость воды. Использование этого азотного удобрения в качестве адьюванта сопровождается уменьшением вязкости смесей, что обеспечивает лучшую растекаемость раствора на поверхности листа, её смачивание и в результате может увеличивать количество поглощённой активной субстанции.

3. Несмотря на то, что СУМС обладает способностью снижать поверхностное натяжение растворов, вязкость этого вещества сравнительно высока (1,039 мм<sup>2</sup>/с). Однако это не препятствует усилению данным адьювантом действия гербицидов.

#### Литература

1. Бодырев А.И. Физическая и коллоидная химия. -Москва: Высшая школа, 1974. -504 с.
2. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. -Москва: Химия, 1964. -574 с.
3. Григорьев Н.Н. Физическая совместимость средств химизации и диагностика их фитотоксичности. // Автореф. дисс. канд. биол. наук /ВНИИУА им. Д.Н. Прянишникова. -Москва, 1994. -17 с.

4. Лукьянов А.Б. Физическая и коллоидная химия. - Москва: Колос, 1984. -176 с.
5. Правдин П.В. Лабораторные приборы и оборудование из стекла. - Москва: Химия, 1978. -304 с.
6. Практикум по коллоидной химии и электронной микроскопии. Под ред. С.С.Воюцкого, Р.М.Панич. - Москва: Химия, 1974. -224с.
7. Эткинс П. Физическая химия / Пер с англ. К.П. Бутина. - Москва: Мир, 1980. -584 с.
8. Coutts H.H., Yates W.E. Analysis of spray droplet distributions from agricultural aircraft // Transactions of the ASAE. 1986. №11.
9. Сб. переводов из иностр. л-ры/ Внескорневое питание растений: Под ред. Э.И.Шконде. - Москва: Издательлит, 1956. -С.19.
10. Rogalski L. Wplyw lacznego stosowania insektycydu decis 2,5 EC z roztworem mocznika na charakterystyki agrotechniczne opryskiwania roslin // Materiały XXXIII Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roslin. -Poznan.-1993. -S.171-179.
11. Zemp H. Field performance of Micronair atomizers with Ulvair and water-based. Aero-Agro, Sem. EKG ONZ. Warszawa. 1978. -S.88-100.