

ПАВ для пестицидов: влияние на распыление и на смачиваемость листьев

Автор: Dr. Christopher Rulison

Оптимизация применения пестицидов, гербицидов и фунгицидов с помощью методов распыления - либо в небольшом масштабе, либо в случае крупного сельскохозяйственного применения - зависит от фундаментальной науки о поверхности. Например, [межфазное натяжение](#) определяет размер образовавшихся капель пестицида (для любого заданного количества давления и конфигурации сопла).



Уменьшение размера капель спрея до определенной точки (обычно до 100 мкм, где дрейф спрея становится проблемой при крупномасштабных применениях) означает более равномерное применение пестицида для сельскохозяйственных культур. Это означает снижение поверхностного натяжения за счет добавления поверхностно-активных веществ (ПАВ). Чтобы усложнить ситуацию, при выборе ПАВ необходимо учитывать не только равновесное поверхностное натяжение состава, потому что распыление - это динамический процесс. Необходимо учитывать не только то, какое поверхностное натяжение ПАВ, в конечном итоге, может придать композиции, но также то, насколько быстро ПАВ способно снизить поверхностное натяжение свежесформированной поверхности.

Капли спрея представляют собой динамическую поверхность, что оказывает влияние на смачивание, когда спрей попадает на свою поверхность листа. Данные и методы, приведенные ниже, являются результатом исследований в лаборатории KRÜSS (и не только), направленных на поиск хорошей добавки для одного из клиентов, с учетом аспектов как распыления, так и увлажнения. Основная цель - поделиться методиками, а не продвигать ПАВ, упомянутые в работе, или обязательно показать окончательное решение.

Исходные данные

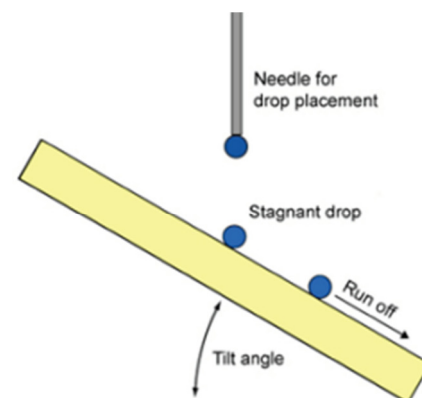
Первоначально было обнаружено, что базовая пестицидная композиция имеет равновесное поверхностное натяжение 55,3 мН/м и имеет проблемы с большим размером капель с помощью предполагаемого распылителя и устройства с соплами в соответствии с тестированием размера капель, выполненным на VisiSizer S100 (Oxford Lasers, Ltd.). В частности, только 29% произведенных капель соответствовали среднему размеру капель 350 мкм [согласно стандарту Американского общества инженеров сельского хозяйства (ASAE) S-572: Классификация распылительных форсунок по Droplet Spectra]. Было также обнаружено, что состав демонстрирует неприемлемые уровни «стекания», на некоторых из более воскообразных типов листьев в независимых тестах смачивания наших клиентов.

Эти два фактора (размер капли и смачиваемость) должны быть улучшены, чтобы оптимизировать эффективность пестицида.

Методы

Для исследования влияния добавок Agrosurf SSP (диоктилсульфосукцинат-анионное ПАВ в гликоле) и Agrosurf NEC38 (этоксилат неионного спирта) по отдельности при концентрации 0,5% (мас) на поверхностное натяжение пестицидного реагента был использован тензиометр BP2. В настоящий момент можно использовать более современный [тензиометр BP100](#) или [портативный тензиометр BPT](#).

Из-за проблем смачивания мы также использовали фиксированный по времени краевой угол падения капли с помощью [анализатора DSA100](#), чтобы изучить влияние двух добавленных ПАВ на смачивание поверхности Parafilm®. Кроме того, мы разработали тест на «разбег» на основе наклонных поверхностей (см. схему). Parafilm® - это обычный оберточный материал, который используется в лабораториях для различных целей и часто используется в качестве стандартной модели для поверхности восковых листьев из-за высокого угла контакта с водой (около 120°). Угол смачивания водой на восковых листьях варьируется в зависимости от типа от 90° до 150°, но в целом 120° - это верхняя граница, что делает Parafilm® очень подходящим в качестве модели.

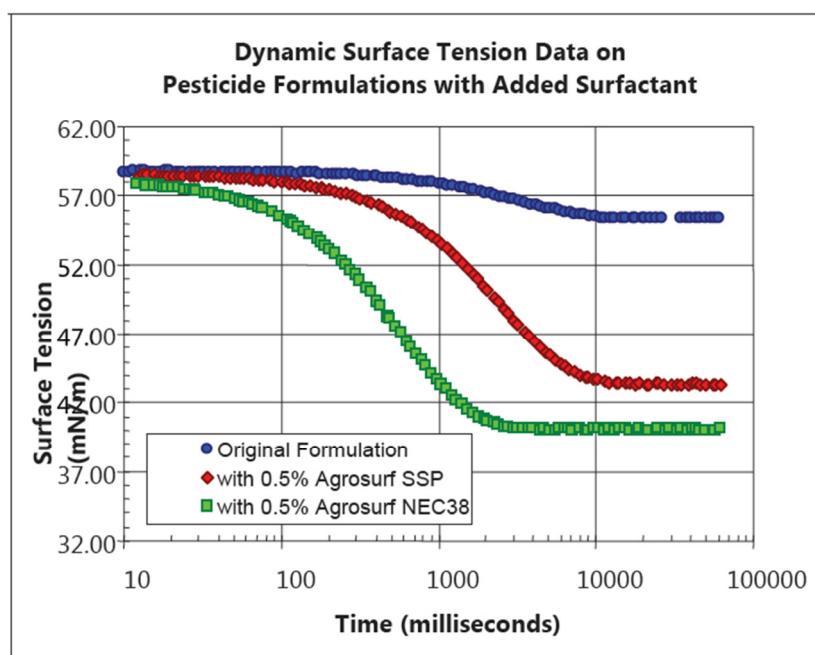


В нашем простом испытании с помощью наклонного стола DSA100 был проведен постепенный наклон поверхности Parafilm® от 10° до 60° (с шагом 10°) и нанесение 20 капель каждого состава на свежие участки каждой поверхности. Каждую каплю составляли приблизительно 2 мкл и сбрасывали на поверхность на высоте 1 см.

Результаты

Динамическое поверхностное натяжение

Результаты динамического испытания поверхности на оригинальной рецептуре заказчика и рецептурах с добавлением поверхностно-активного вещества 0,5% (мас) представлены на графике ниже.



Каждый из составов показывает поверхностное натяжение около 58 мН/м через 10 мсек после образования поверхности (капли). При увеличении времени жизни капли (времени поверхности) исходный состав уменьшает поверхностное натяжение до его равновесного поверхностного натяжения 55,3 мН/м, как указано ранее. Состав с 0,5% Agrosurf SSP снижается до равного поверхностного натяжения 43,3 мН/м, а состав с 0,5% Agrosurf NEC38 снижается до равновесного поверхностного натяжения 40,1 мН/м и делает это быстрее всех.

Однако ключевым аспектом влияния размера распыляемой капли является быстрое снижение поверхностного натяжения после первоначального формирования поверхности, как правило, в течение первых 250 миллисекунд после формирования поверхности. Ни одно из этих ПАВ не является действительно превосходным средством уменьшения поверхностного натяжения в течение этого времени. Однако вы заметите, что 0,5% состав Agrosurf NEC38 имеет поверхностное натяжение на 7,7 мН/м ниже, чем у исходного состава при 250 миллисекундах возраста поверхности, тогда как состав 0,5% Agrosurf SPS снижает поверхностное натяжение всего лишь на 1,7 мН/м.

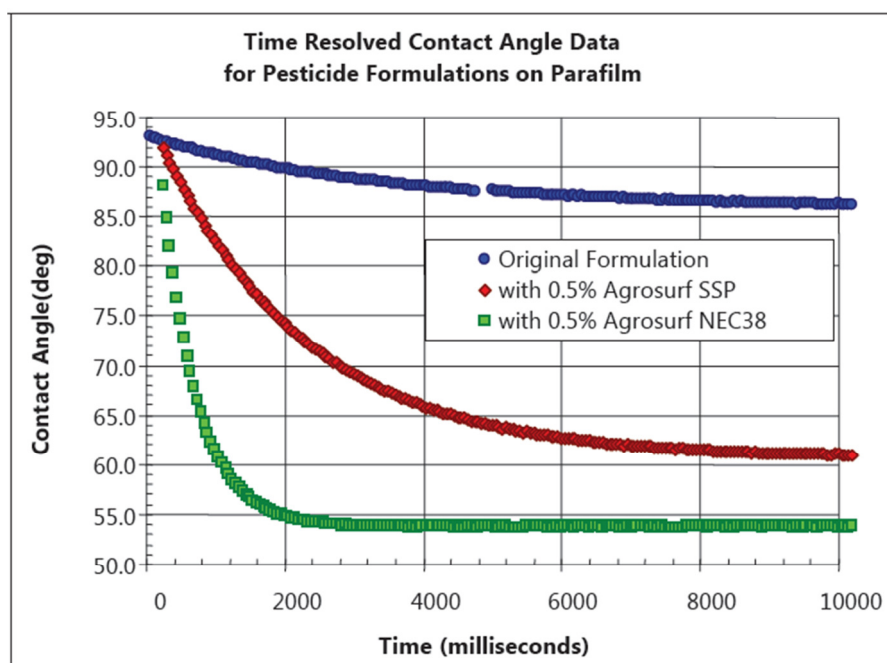
В таблице ниже приведены процентные доли капель (как определено с использованием VisiSizer S100) в каждой общей категории стандарта ASAE S-572 для каждой композиции.

	Показатель по ASAE	Исходный раствор	Раствор + 0,5% Agrosurf SSP	Раствор + Agrosurf NEC38
Очень хорошо	< 150 мкм	0%	1%	1%
Хорошо	150-250 мкм	7%	12%	21%
Средне	250-350 мкм	22%	25%	38%
Крупные	350-400 мкм	38%	33%	24%
Очень крупные	450-550 мкм	28%	22%	10%
Сверх крупные	>550 мкм	9%	7%	6%

Вы можете сложить первые три строки каждого столбца, чтобы сделать вывод, что процентное содержание капель до 350 мкм составляет 29% для исходной формулы, 38% с 0,5% Agrosurf SSP и 60% с 0,5% Agrosurf NEC38. Наш клиент в настоящее время ищет дальнейшее уменьшение размера капель на основе данных динамического поверхностного натяжения - что гораздо проще и дешевле оценить в первую очередь по сравнению с изучением каждой возможной рецептуры для анализа размера капель. Цель состоит в том, чтобы еще более снизить поверхностное натяжение в первые 250 миллисекунд, чтобы более 85% капель имели диаметр 350 мкм или менее.

Краевой угол смачивания

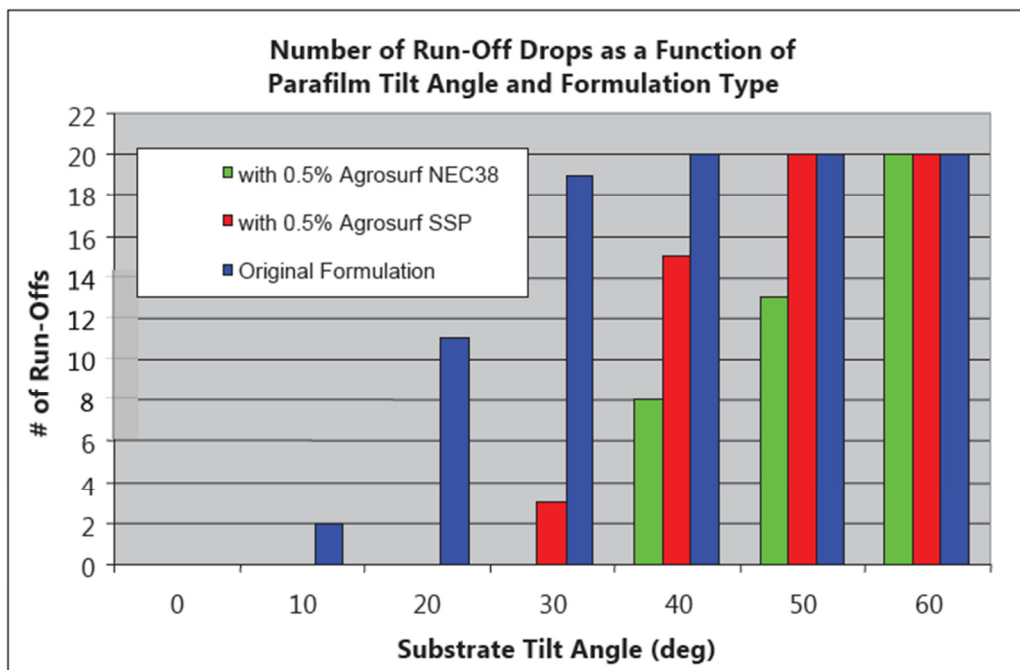
На приведенном ниже графике показаны данные угла контакта во времени для капель каждого состава, помещенных на поверхность Parafilm® с использованием анализатора краевого угла DSA100 со скоростью 20 углов контакта в секунду.



Каждый из составов показывает начальный угол контакта на Parafilm® около 90°. Исходный состав уменьшается только до 86°. Состав с 0,5% Agrosurf SSP уменьшается до угла 61°, а состав с 0,5% Agrosurf NEC38 до угла смачивания 54° и делает это намного быстрее.

Как и в случае поверхностного натяжения при распылении, важно то, насколько быстрым является смачивание. На самом деле более правильно сравнивать равновесные углы контакта и делать вывод о лучшем смачивании для одной композиции по сравнению с другой, чем обсуждать поверхностные натяжения, связанные с образованием капель во время распыления, поскольку (за исключением испарения) смачивание будет длиться неопределенный период. Тем не менее, большинство поверхностей листа не являются плоскими (горизонтальными), и капли быстро стекают, чтобы это не происходило капли должны иметь достаточную адгезию к поверхности.

По этой причине мы разработали эксперимент с наклонной поверхностью, рассмотренный выше, и под углами наклона 10°, 20°, 30°, 40°, 50° и 60°, капли по двадцать 2 мкл капель каждого состава на свежие поверхности Parafilm®. В приведенной ниже таблице показано количество капель стока (максимум 20) для каждого состава.



Из этих данных видно, что ПАВ препятствуют стеканию капель с наклонной поверхности листа. Более половины капель исходной композиции стекают под углом наклона 20° и все стекают под углом наклона 40° и выше. Agrosurf NEC38 более эффективен, чем Agrosurf SSP, т.к. до наклона 30° капли вообще не стекают, а при 40° на листьях сохраняются 60% (12 капель из 20 капель). Agrosurf SSP предотвращает стекание только 85% (17 капель из 20 капель) при угле наклона 30° и 25% (5 капель из 20 капель) при угле наклона 40°. Заказчик планирует использовать эту технику в поисках еще лучших добавок ПАВ для своих пестицидов.

Резюме

Оптимизация применения пестицидов с точки зрения распыления и увлажнения поверхностей сельскохозяйственных культур включает динамическое поверхностное натяжение, краевой угол и адгезию капель на наклонных поверхностях. ПАВ обычно добавляют в пестицидные составы для контроля распыления и смачивания.

Надеемся, что эта краткая заметка, основанная на использовании одного примера набора данных из нашего собственного опыта, даст вам представление о методах, которые можно использовать для фундаментального изучения этих важных аспектов и поиска лучших добавок поверхностно-активных веществ для ваших собственных составов.

Компания ООО «СинЭкс» - официальный представитель KRÜSS в РФ. Мы можем сделать тестовые испытания образцов на тензиометре K20 или приборе для измерения краевого угла DSA25E.