

**А.М. Галашева**, кандидат  
сельскохозяйственных наук  
**Н.Г. Красова**, доктор  
сельскохозяйственных наук  
**Т.В. Янчук**, аспирант  
Государственное научное  
учреждение Всероссийский  
научно-исследовательский  
институт селекции плодовых культур  
Россельхозакадемии, Россия

## Фракционный состав воды в листьях у сортов яблони (*Malus Mill*)\*

У зв'язку зі зміною клімату та з почастиванням засух у весняно-літній період проводили вивчення фракційного складу води (зв'язаної і вільної) у листках сортів яблуні в травні–серпні 2011 р., 2012р. Вільна і зв'язана вода виконують різні функції в житті рослин. Вільна вода в листках визначає інтенсивність фізіологічних процесів, зв'язана відповідає за стійкість рослин проти несприятливих факторів середовища. Вивчали фракційний склад води в листках сортів яблуні селекції ВНДІСПК – Болотовське, Імрус, Орлик, Орловим, Орловське смугасте, Синап орловський, Ювіляр у порівнянні з широко розповсюдженими сортами – Антонівка звичайна, Мелба і Уелсі. За даними досліджень встановлено, що вивчені сорти добре адаптовані до засухи в травні, на початку літнього сезону, а також у кінці серпня та у вересні. В червні та на початку липня в 2012 р. більш високі показники адаптації до засухи відмічені у сортів Орловим і Ювіляр, з найбільшими показниками вмісту кількості зв'язаної води. Завершення росту пагонів і формування листкового апарату у всіх сортів яблуні характеризувалось збільшенням зв'язаної води в листках у серпні. У вересні кількість зв'язаної води залишалась високою, що вказує на високу адаптивну здатність вивчених сортів. Найбільш високий вміст зв'язаної води в осінній період був у сортів: Синап орловський, Антонівка звичайна, Болотовське, Імрус.

### Ключові слова:

яблуня, сорт, засуха, адаптація, вільна і зв'язана вода.

В последнее время климат изменился, стал более засушливым. В Орловской области наиболее часто засухи (20–50%) бывают в июне и июле, в период активного роста и плодоношения плодовых и ягодных культур [1].

Засуха – длительный (от нескольких недель до двух-трех месяцев) период устойчивой погоды с высокими (для данной местности) температурами воздуха и малым количеством осадков, в результате чего снижаются влагозапасы почвы и возникает угнетение и гибель культурных растений [2]. Засуха оказывает огромное влияние на водный режим растений. Вода в растительных клетках и тканях находится в двух формах: свободной и связанной. Свободной считается вода, сохранившая все

свойства чистой воды: подвижность, способность быть растворителем, способность замерзать при 0°C. Связанная вода в той или иной степени утрачивает эти свойства. Под «связыванием» понимается возникновение взаимодействий между молекулами воды и неводного компонента, ведущих, прежде всего, к снижению подвижности водных молекул, в связи с чем изменяются и другие свойства воды [3].

Устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды определяется состоянием внутриклеточной воды, в частности, соотношением свободной и связанной воды. Свободная вода обуславливает физиологическую активность растений; чем больше у растений

свободной воды, тем выше их жизнедеятельность. Связанная вода, играющая структурообразующую роль, имеет значение в устойчивости протопласта и растения в целом. При неблагоприятных условиях существования содержание связанной воды в листьях растений повышается, что приводит к замедлению роста растений, к снижению интенсивности обменных процессов. Связанная вода определяет устойчивость растений против неблагоприятных условий среды [3–6].

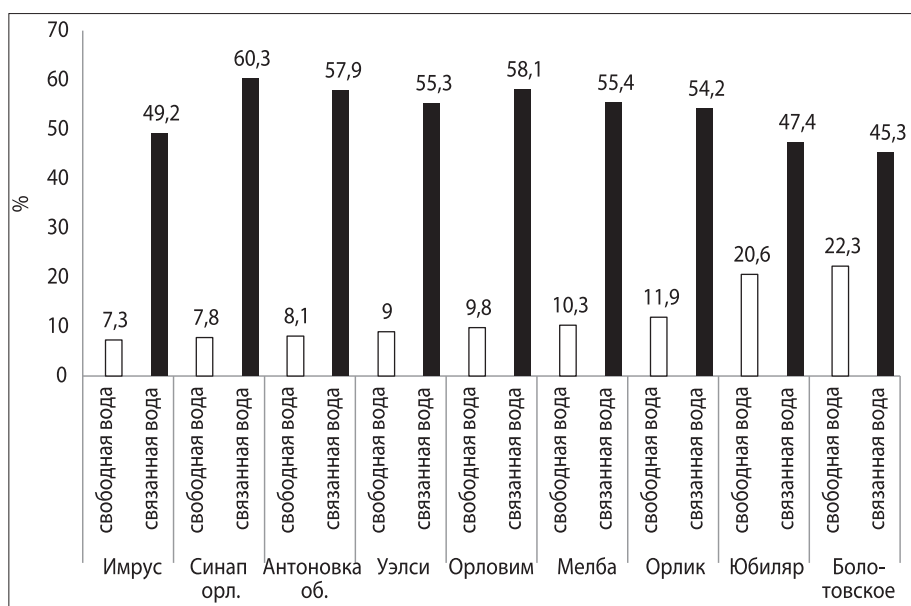
**Объекты и методика исследований.** Исследования проводились на сортовом материале ВНИИСПК в летние месяцы 2011 и 2012 гг. на базе отделов биохимической и технологической оценки сортов и хранения, ла-

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ и Правительства Орловской области (проект № 12-04-97505)

Таблица 1

**Характеристика весенне-летнего периода 2011, 2012 гг. Орловской области**

Показатели	май		июнь		июль		август	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Средняя температура воздуха, °С	13,6	15,3	18,4	16,8	21,4	19,9	17,0	17,8
Максимальная температура воздуха, °С	28,5	28,6	31,5	29,7	33,0	31,7	30,2	35,3
Сумма осадков, мм	17,2	12,2	61,7	44,1	113,9	23,7	121,6	63,0
ГТК	0,4	0,3	1,1	0,9	1,7	0,4	2,4	1,2
Среднемноголетняя температура воздуха, °С	12,8		16,8		18,8		17,4	
Среднемноголетняя сумма осадков, мм	51,0		61,0		72,0		58,0	



**Рис. 1. Фракционный состав воды в листьях сортов яблони (май 2012 г., %).**

боратории агроэкологии. В качестве объектов исследований использовали листья сортов: Антоновка обыкновенная, Болотовское, Имрус, Мелба, Орлик, Орловим, Орловское полосатое, Синап орловский, Юбиляр, Уэлси. Исследования проводили по методике «Определение связанной воды методом Окунцева-Маринчик» [7].

**Результаты исследований.** Соотношение фракций воды зависит от условий водообеспеченности растения и претерпевает сезонные и суточные изменения [8]. Температура воздуха оказывает влияние на физиологические процессы в растительном организме (дыхание, фотосинтез, передвижение воды и питательных веществ и т. д.) [1].

Анализ метеорологических условий в весенне-летний период исследований показал, что май 2011 и 2012 гг. был засушливым: максимальная температура воздуха в мае составляла +28,5 – +28,6°С, соответственно осадки – 17,2–12,2 мм, гидротермический коэффициент (ГТК) равен 0,4–0,3 – этот период относится к категории с сухими условиями увлажнения растений. В июне максимальная температура воздуха составила 2011 г. +31,5 °С, при выпадении осадков 61,7 мм, ГТК равен 1,1 – оптимальные условия увлажнения, а 2012 г. максимальная температура воздуха составила +29,7°С, выпало 44,1 мм осадков, ГТК равен 0,9, что немного ниже оптимальных условий увлажнения.

В 2011 г. июль был жарким и влажным, максимальная температура воздуха составила +33,0°С, осадков выпало 113,7 мм, ГТК равен 1,7, выше оптимальных условий увлажнения. Июль 2012 г. был жарким и засушливым с максимальной температурой воздуха +31,7°С, при вы-

падении 23,7 мм осадков, ГТК равен 0,4, относится к сухим условиям увлажнения. В августе выпало большое количество осадков в 2011 году – 121,6 мм, максимальная температура воздуха составила +30,2°С, ГТК – 2,4 находится на уровне высокого увлажнения, в 2012 году – выпало 63,0 мм осадков, максимальная температура воздуха составила +35,3°С, ГТК – 1,2 находится на уровне оптимальных пределов (табл. 1).

Изучение фракционного состава воды в листьях в засушливый период мая 2012 г. показало, что у сортов яблони связанной воды было значительно больше, чем свободной, т. е. проявилась реакция растений на неблагоприятные условия среды (рис. 1).

По содержанию в листьях свободной воды существенно отличался от контрольного сорта Антоновка обыкновенная (8,1%) сорт Болотовское (22,3%), остальные сорта были на уровне контроля ( $HCp_{05}=4,8$ ). По содержанию связанной воды различия по сортам были не существенными ( $F_{ф2,1} < F_{т3,2}$ ).

При проведении анализа в июле выяснилось что на фракционный состав воды в листьях изучаемых сортов яблони повлияли метеоусловия предшествующего июня как в 2011 г., так и в 2012 г. В июле 2011 г. в изучаемых сортах яблони количество свободной воды составило от 29,7 (Мелба) до 51,1% (Орловим), что достоверно выше содержания связанной

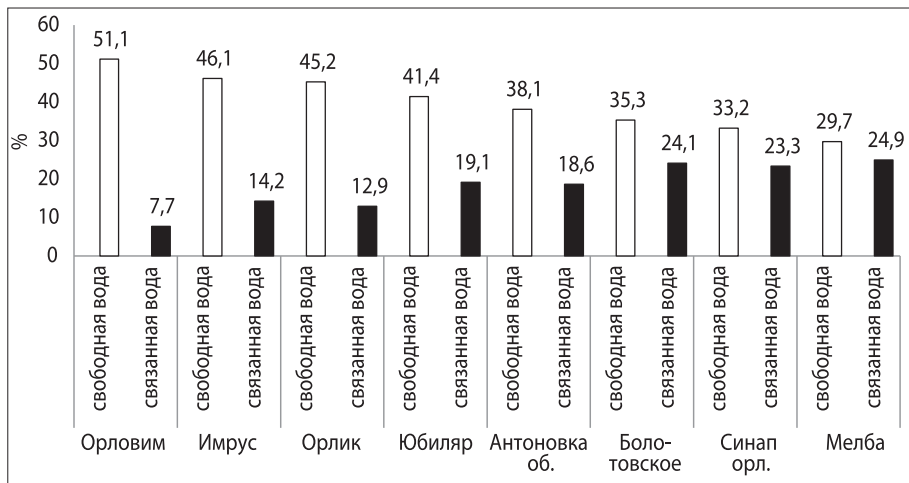
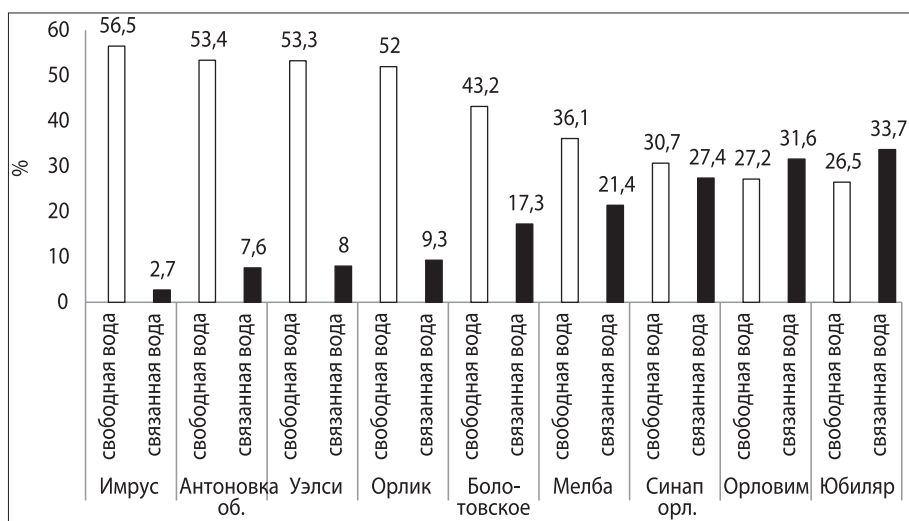


Рис. 2. Фракционный состав воды в листьях сортов яблони (июль 2011 г., %).



(НСР<sub>05</sub> свободной воды равно 7,1; НСР<sub>05</sub> связанной воды равно 7,9)

Рис. 3. Фракционный состав воды в листьях сортов яблони (июль 2012 г., %).

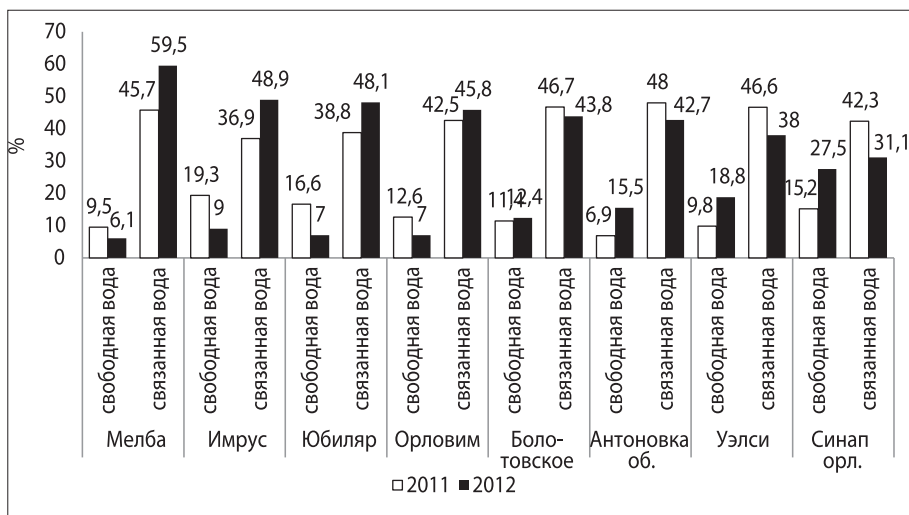


Рис. 4. Фракционный состав воды в листьях сортов яблони (август 2011–2012 гг., %).

воды. Различия по сортам были не достоверны по свободной ( $F_{2,3} < F_{3,2}$ ) и по связанной воде ( $F_{1,9} < F_{3,2}$ ) (рис. 2).

В июле 2012 г. проявились сортовые различия по содержанию свободной и связанной воды. У сортов Орловим и Юби-

ляр было повышенное содержание связанной воды (31,6%–33,7%) (рис. 3).

В августе 2011 и 2012 г. различия по сортам во фракционном составе воды не обнаружено. В этот период количество связанной воды значительно превышало количество свободной (рис. 4).

Когда формируется лист, в молодых тканях больше преобладает свободная вода, но когда сформировался листовой аппарат полностью и на деревьях есть плоды, свободная вода уменьшается, а связанная повышается [9, 10].

Анализ фракционного состава воды в листьях сортов яблони в сентябре 2012 г. показал, что после прошедшего теплого и влажного августа отношение связанной воды к свободной увеличилось у сортов Антоновка обыкновенная, Синап орловский, Уэлси. Наибольшее содержание связанной воды было у Синапа орловского (51,1%), наименьшее – у Орловского полосатого (24,1%).

Таким образом, у всех сортов в годы изучения, количество свободной воды было минимальным в конце мая, августа и сентября, максимальное – в июле, в период роста побега. В июле 2011 г. максимальное количество свободной воды у сортов Орловим, Имрус, Орлик, Юбиляр, Антоновка обыкновенная, Болотовское составило 35,3–51,1, при минимальном количестве связанной воды.

В июле 2012 г. количество свободной воды у сортов Антоновка обыкновенная, Болотовское, Имрус, Орлик, Уэлси достигало 43,2–56,5%, а количество связанной воды – 2,7–17,3%. У летних сортов Орловим, Мелба, Юбиляр и зимнего сорта Синап орловский в июле 2012 г. количество свободной воды составило 26,5–

36,1%. Это обеспечивает интенсивный рост побегов и плодов, чему способствовала предшествующая погода июня с  $ГТК=0,9$  (близко к норме) (рис. 5, б).

Количество связанной воды было максимальным в конце мая при этом расход свободной воды определялся засушливыми условиями месяца. За счет роста плодов снижается количество свободной воды в конце лета и увеличивается связанная вода, которая отвечает за устойчивость к неблагоприятным условиям. По содержанию связанной воды в сентябре 2012 г. все сорта распределились – от 24,1% у Орловского полосатого до 51,1% у Синапа орловского.

**Выводы.** По данным исследований установлено, что в целом изученные сорта хорошо адаптированы к засухе в начале летнего сезона в мае и в конце августа, а также сентябре. В июне и начале июля 2012 г. более высокие показатели адаптации к засухе отмечены у сортов Орловим и Юбилар, с наибольшими показателями содержания количества связанной воды. Связанная вода отвечает за устойчивость растений против неблагоприятных факторов условий среды в изученных со-

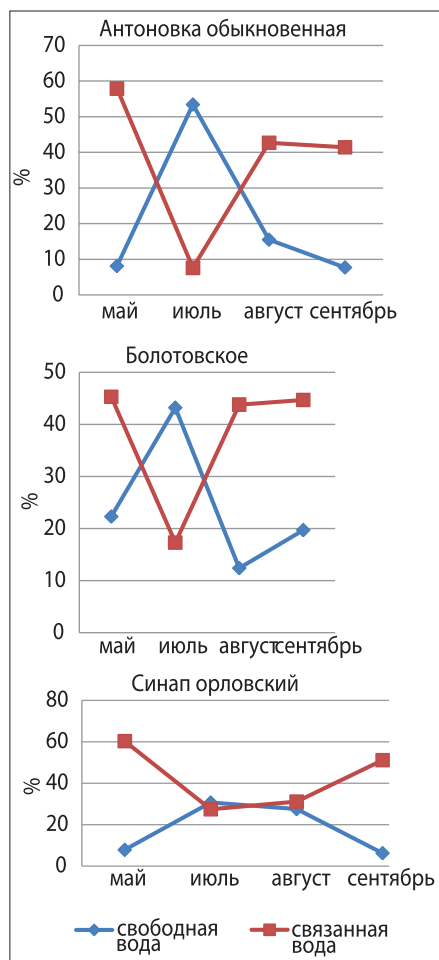


Рис. 5. Фракционный состав воды в листьях у сортов яблони зимнего срока созревания, 2012 г. (%).

ртах в 2011, 2012 гг. Увеличение связанной воды в листьях в августе связано с завершением роста побегов и формирования листового аппарата у всех со-

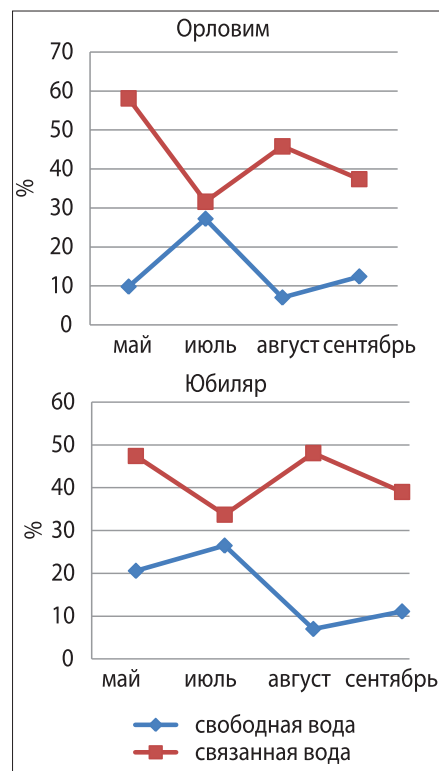


Рис. 6. Фракционный состав воды в листьях у сортов яблони летнего срока созревания, 2012 г. (%).

ртов яблони. В сентябре количество связанной воды оставалось высоким, что указывает на высокую адаптивную способность изученных сортов. Наиболее высокое содержание связанной воды в осенний период наблюдалось у сортов Синап орловский, Антоновка обыкновенная, Болотовское, Имрус.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматические ресурсы Орловской и Липецкой областей. – Л., 1972. – 118 с.
2. ru.wikipedia.org/wiki
3. Гусев, Н.А. Состояние воды в растении / Н.А. Гусев. – М.: Наука, 1974. – 136 с.
4. Долгова, Л.Г. Формы воды в растениях – показатели экологического состояния среды / Л.Г. Долгова // Вопросы биоиндикации и экологии. Межвед. сб. науч. тр. – Запорожье, 1997. – Вып.2. – С. 115–120.
5. Жидехина, Т.В. Водоудерживающая способность однолетних приростов у смородины черной в осенне-зимний период / Т.В. Жидехина // Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России: материалы Всерос. науч.-метод. конф. 1–4 июля 2008. – Орел: ВНИ-ИСПК, 2008. – С. 81–86.
6. Кушниренко, М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости плодовых растений / М.Д. Кушниренко. – Кишинев: Штиинца, 1975. – 214 с.
7. Баславская, С.С. Практикум по физиологии растений / С.С. Баславская, О.М. Трубецкова. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1964. – 297 с.
8. Горышина, Т.К. Растение в городе / Т.К. Горышина. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. – 152 с.
9. Григоренко, И.В. Характеристика водного режима представителей семейства магнолиевых в условиях юго-востока Украины / И.В. Григоренко // Вісник Запорізького державного університету, 1999. – № 2, – С. 1–5.
10. Фауст, М. Физиология плодовых деревьев умеренной зоны / Миклош Фауст. (перевод с англ. Ю.Л. Кудасова). – JOHN WILEY & SONS. – Нью – Йорк / Чичестер / Брисбейн / Торонто / Сингапур. – 1989. – 289 с.