

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛОДОНОШЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОБЛЕПИХИ

## THE INFLUENCE OF STRUCTURAL ELEMENTS OF FRUCTIFICATION ON SEA-BUCKTHORN YIELD

**Ключевые слова:** информационно-логический анализ, масса плода, количество почек, длина плодоносящей ветви.

Для установления ведущих факторов продуктивности облепихи и их регулирования требуется определение качественных и количественных связей между рассматриваемыми явлениями. Эту задачу позволяет решить информационно-логический анализ, который был использован нами для определения доли влияния структурных элементов плодоношения на урожайность облепихи. В результате предложена математическая модель урожайности облепихи сорта Елизавета по показателям структуры плодоношения. При этом существенные колебания урожайности облепихи связаны с отклонениями от оптимума природных условий. Наиболее важными по температурным режимам для ее роста и плодоношения являются периоды в январе, апреле и мае, а по увлажнению – в мае и июне. Поэтому необходимо прогнозировать урожайность облепихи с учетом запасов тепла и влаги в системе почва-воздух и их интенсивность в период вегетации, а также с учетом предзимних и зимних условий. Кроме того, наиболее экономически эффективной в саду оказалась схема посадки облепихи сорта Елизавета 3,0×1,0 м (уровень рентабельности 38%). В производственных насаждениях рекомендуется возделывать облепиху сорта Елизавета по схеме посадки 3,0×1,0 м. Для создания хороших условий роста и плодоношения облепихи в колочной степи Алтая необходимо со второй половины вегетации (конца июня – начала июля) восполнять недостаток влаги в черноземах поливами.

**Keywords:** information-logic analysis, fruit weight, bud number, fruiting branch length.

To reveal the key factors of sea buckthorn productivity and their management, the qualitative and quantitative relationship between the studied phenomena should be determined. This may be achieved by information-logic analysis; it was used to determine the share of influence of fructification structural elements on sea-buckthorn yield. A mathematical model of sea-buckthorn productivity (Yelizaveta variety) was proposed based on fructification structure indices. Significant fluctuations in sea-buckthorn yield are associated with the deviations from the optimum of the natural conditions. The most important temperature regimes for sea-buckthorn growth and fructification are the periods in January, April and May, and the periods for moistening – in May and June. Therefore, sea-buckthorn yield should be forecasted taking into account the thermal and moisture stocks in the soil-air system, and their intensity during the growing season; the pre-winter and winter conditions should be also considered. The most cost-effective planting layout of sea-buckthorn variety Yelizaveta was 3.0 × 1.0 m (profitability of 138%). Therefore, it is advised to use the planting layout of 3.0 × 1.0 m for sea-buckthorn variety Yelizaveta in commercial gardens. To maintain good conditions for growth and fructification of sea-buckthorn in the Altai Region's forest-outlier steppe, moisture deficiency in chernozems should be made up for by irrigation starting from the second half of the growing season (late June - early July).

**Макарычев Сергей Владимирович**, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Шишкин Александр Викторович**, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Makarychev Sergey Vladimirovich**, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Shishkin Aleksandr Viktorovich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

### Введение

Для установления ведущих факторов продуктивности и их регулирования требуется определение качественных и количественных связей между рассматриваемыми явлениями. Применение корреляционного и дисперсионного анализа возможно при выявлении простой зависимости

явления от небольшого числа факторов. Однако такие методы, как множественная корреляция, дисперсионный анализ имеют довольно жесткие ограничения их применения (необходимость линейности, метричности, упорядоченности). Более перспективным в этом отношении является информационно-логический анализ [1, 2]. Поэтому

для определения доли влияния структурных элементов плодоношения на урожайность облепихи данные наблюдений были подвергнуты информационно-логическому анализу на ЭВМ.

### Объекты и методы

**Объектом** исследований явились насаждения облепихи сорта Елизавета. **Метод** – информационно-логический анализ. **Цель** – определение доли влияния структурных элементов плодоношения на урожайность облепихи.

### Результаты исследований

Как следует из рисунка 1, влияние массы плодов на урожайность имело в условиях 2006-2008 гг. криволинейную зависимость. Коэффициент эффективности передачи информации (К) за годы исследования постепенно возрастал и был равен в 2006 г. 0,0617, 2007 г. – 0,0821, а в 2008 г. – 0,1576. Тем не менее корреляционный анализ показал, что связь между урожайностью и массой плодов в 2006 г. была средней, в 2007 г. – слабой, а в 2008 г. – отсутствовала (табл. 1). Масса плодов хотя и является одним из решающих компонентов продуктивности, однако ее влияние по годам не равноценно [3]. Итак, для сорта облепихи Елизавета возрастание урожайности наблюдается при повышении массы плода до 0,95-1,00 г и связано в значительной степени с погодными условиями.

Поскольку 2006 г. отличался низкой урожайностью, связанной с суровой зимой и, как следствие, частичной гибелью плодовых почек, то связь уро-

жайности с количеством плодов на 1 см длины была слабой ( $K=0,0755$ ) и имела обратный характер (рис. 2, табл. 1). Более закономерным являлось влияние количества почек на единицу длины плодоносящей ветви в 2007 и 2008 г. Так, происходило увеличение урожайности с повышением плотности початка до 1,05-1,10 почек на 1 см длины. Сильнее всего за годы изучения сказалось влияние этого показателя структуры плодоношения в 2007 г. ( $T=0,4577$ ,  $K=0,3091$ ).

Средней теснотой характеризуется связь между урожайностью и количеством плодов из одной почки (табл. 1). В 2006 г. зависимость носила прямолинейный характер, а в 2007 и 2008 г. – криволинейный (рис. 3). По тесноте связи годы изучения существенных различий не имели. С увеличением числа плодов из одной почки до 4,25 шт. закономерно повышалась и урожайность. Наши выводы согласуются с данными, полученными ранее А.А. Кузьминой [4].

Наибольшее влияние из структурных элементов продуктивности, как следует из таблицы 1 и рисунка 4, на урожайность облепихи оказывает общая длина плодоносящих ветвей. Связь является тесной (коэффициент корреляции достигает 0,96), характер зависимости в условиях 2006 и 2007 г. – прямолинейный, в 2008 г. – криволинейный. Необходимо указать, что при неблагоприятных погодных условиях влияние длины плодоносящих ветвей усиливалось. Так, в 2006 г. общая информативность составила 0,9229, а коэффициент эффективности передачи информации достигал 0,5872.

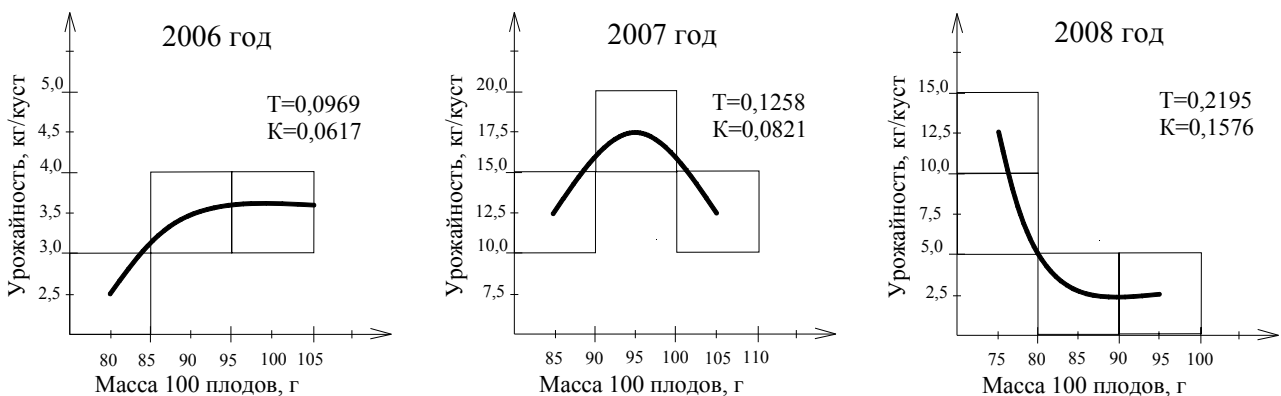


Рис. 1. Влияние массы плодов облепихи на урожайность

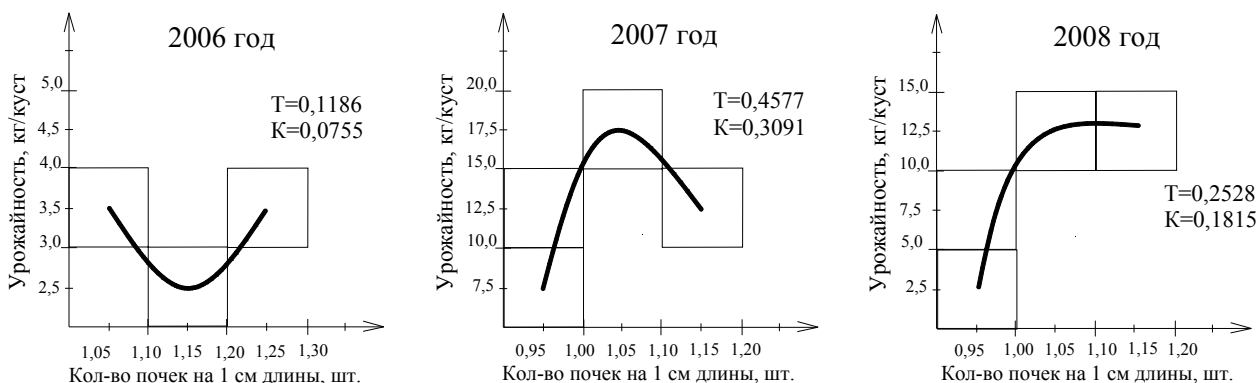


Рис. 2. Зависимость урожайности облепихи от количества почек на 1 см длины

Таблица

Зависимость урожайности облепихи от элементов продуктивности в 2006-2008 гг.

Признак	Коэффициент корреляции, r		
	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Масса 100 плодов, г	0,53	0,22	-0,04
Количество почек на 1 см длины, шт.	-0,32	0,15	0,44
Количество плодов из одной почки, шт.	0,26	0,74	0,40
Общая длина плодоносящих ветвей, м/куст	0,96	0,89	0,91

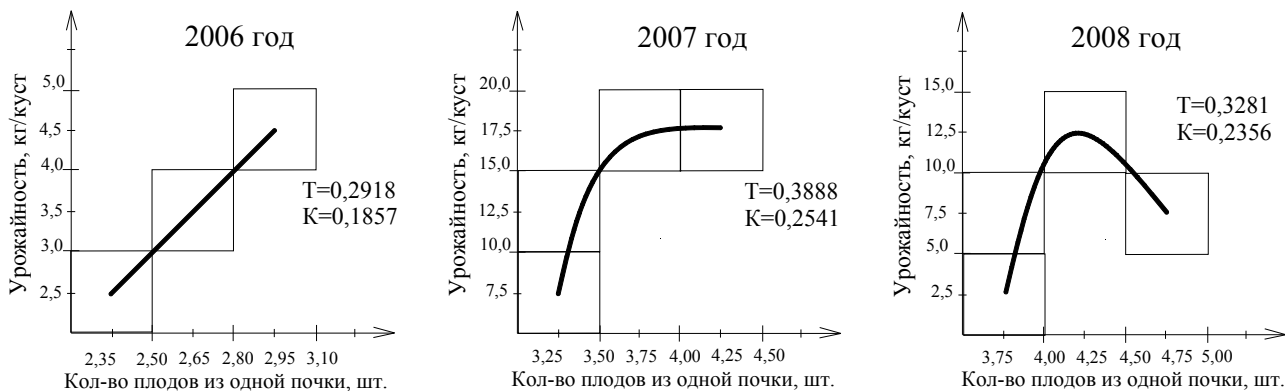


Рис. 3. Зависимость урожайности облепихи от количества плодов из одной почки

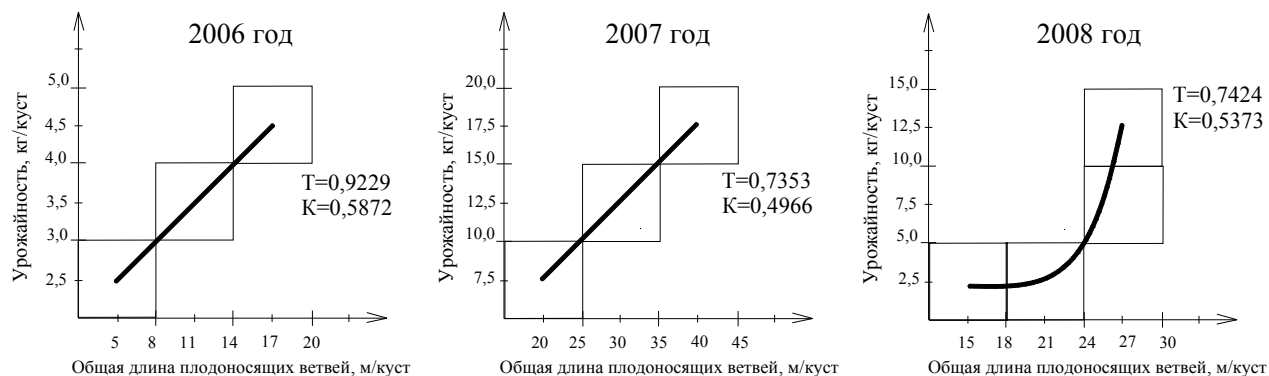


Рис. 4. Влияние общей длины плодоносящих ветвей на урожайность облепихи

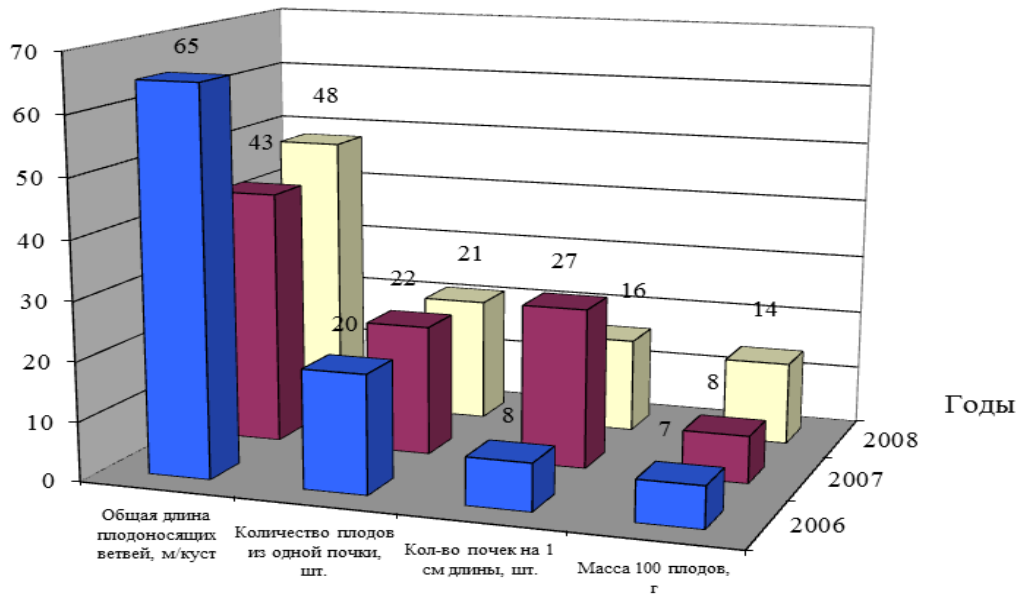


Рис. 5. Доля влияния структурных элементов продуктивности (%) на урожайность облепихи

Таким образом, увеличение урожайности облепихи было напрямую связано с общей длиной плодоносящих побегов, что отмечали также многие исследователи [3, 5, 6].

По установленным коэффициентам эффективности передачи информации (К) нами рассчитана доля влияния каждого элемента структуры плодоношения на урожайность облепихи (рис. 5).

Из рисунка 5 видно, что наиболее важным из элементов структуры плодоношения является общая длина плодоносящих ветвей. На втором месте по доле влияния стоит количество плодов из одной почки, на третьем – количество почек на единицу длины и на четвертом – масса плодов.

Итак, информационно-логический анализ дает возможность предложить математическую модель урожайности облепихи сорта Елизавета по показателям структуры плодоношения:

$$U_{\text{облепихи}} = D_{\text{в}} \otimes K_{\text{плод}} \otimes K_{\text{поч}} \otimes M_{\text{плод}},$$

где  $U_{\text{облепихи}}$  – урожайность облепихи, кг/куст;

$D_{\text{в}}$  – длина плодоносящих ветвей, м/куст;

$K_{\text{плод}}$  – количество плодов из одной почки, шт.;

$K_{\text{поч}}$  – количество почек на 1 см длины, шт.;

$M_{\text{плод}}$  – масса плодов, г;

$\otimes$  – знак функции нелинейного произведения.

На основании установленных ведущих структурных элементов плодоношения и имеющихся сведений о наиболее важных периодах в жизни

облепихового растения мы попытались оценить влияние погодных условий на урожайность облепихи.

Известно, что для большинства плодовых культур наибольшее значение имеют не отдельные минимумы или максимумы, а длительность воздействия температур воздуха, выражаемая их суммой [7]. Также считается, что урожайность облепихи во многом зависит от количества осадков и их распределения в течение года, а наиболее критическими периодами в жизни облепихи являются сентябрь, январь, апрель, май и июнь [8, 9].

Метеорологические данные за годы исследования показали, что низкая урожайность в 2006 г. являлась во многом следствием суровой зимы и недостаточным количеством осадков, выпавших с октября 2004 по май 2005 гг. (35% от нормы), а высокая продуктивность в 2007 г. обусловлена создавшимися гидротермическими условиями, близкими к оптимальным.

В сентябре, когда растения готовятся к перезимовке, оптимальные условия наблюдаются при сумме температур 300-390°C. Сентябрь 2005-2007 гг., предшествующий следующему вегетационному периоду, характеризовался благоприятной для растений суммой температур.

Из зимних месяцев январь и февраль оказывают довольно существенное значение на сниже-

ние продуктивности облепихи. Гибель цветковых почек и подмерзание древесины происходят при сумме отрицательных температур воздуха в январе более 550-650°C. В этом отношении 2006 г. отличался особой суровостью: сумма среднемесячных температур достигала -728°C, что на 185°C больше среднесуточных показателей, а абсолютный минимум опускался до -41,0°C. Январь 2007 г., напротив был значительно теплее среднесуточной нормы – средняя месячная температура всего -8,7°C, а сумма температур – 269°C. Достаточно холодным выдался январь 2008 г. – сумма температур составляла -626°C. Однако среднесуточная температура ниже -20,0°C держалась с 3 до 20 января. За все годы изучения февраль был теплее нормы и поэтому для формирования урожая облепихи не являлся лимитирующим периодом.

В апреле наилучшие условия для облепихи наблюдаются при сухой теплой погоде, когда завершается формирование органов цветка, цветение и разлет пыльцы, поэтому сумма температур в это время должна быть в пределах 55-100°C. Апрель 2006 г. оказался холоднее нормы, что не способствовало нормальному прохождению указанных выше процессов. Оптимальному диапазону вполне соответствовал 2007 г. – сумма температур превышала среднесуточную норму на 188°C, а запасов весенней влаги было достаточно на фоне незначительного промерзания почвы зимой (всего 20-30 см). Также теплым в целом, но со значительными колебаниями температур оказался апрель 2008 г.

Как известно, в мае осадки приобретают большое значение для растений облепихи, их должно быть не менее 30-45 мм. Количество тепла в мае в 2006-2008 гг. находилось в пределах нормы, а вот по осадкам более благоприятным был 2007 г. – их выпало 71 мм, в то время как в 2008 г. – 29 мм, а в 2006 г. – лишь 8 мм. Однако при высоких запасах влаги в почве это не играло особой роли для растений облепихи.

Как отмечалось выше, низкое увлажнение почвы препятствовало интенсивному росту побегов в 2005 г., что являлось одной из причин слабой урожайности в 2006 г. В июне 2006 г. на фоне

обильного предвегетационного увлажнения почвы, стояла жаркая погода. В 2007 г. влажность почвы была достаточной для интенсивного роста побегов, однако количества тепла для этого не хватало, что и предопределило некоторое снижение урожайности в 2008 г.

Полученные данные показали, что наиболее тесной за 2006-2008 гг. была зависимость между урожайностью облепихи и суммой температур воздуха в январе ( $r=0,75$ ), апреле ( $r=0,97$ ) и мае ( $r=0,72$ ), а с количеством осадков урожайность сильнее всего коррелировала в мае ( $r=0,88$ ).

Таким образом, проанализировав месячные суммы температур воздуха и осадков в критические периоды роста растений облепихи, можно заключить, что существенные колебания ее урожайности связаны с отклонениями от оптимума природных условий. Наиболее важными по температурным режимам для роста и плодоношения облепихи являются периоды в январе, апреле и мае, а по увлажнению – в мае и июне. Поэтому необходимо прогнозировать урожайность облепихи с учетом запасов тепла и влаги в системе почва-воздух и их интенсивность в период вегетации, а также с учетом предзимних и зимних условий.

### Заключение

В результате исследований предложена математическая модель урожайности облепихи сорта Елизавета по показателям структуры плодоношения.

Можно заключить, что существенные колебания урожайности облепихи связаны с отклонениями от оптимума природных условий. Наиболее важными по температурным режимам для ее роста и плодоношения являются периоды в январе, апреле и мае, а по увлажнению – в мае и июне. Поэтому необходимо прогнозировать урожайность облепихи с учетом запасов тепла и влаги в системе почва-воздух и их интенсивность в период вегетации, а также с учетом предзимних и зимних условий.

Кроме того, наиболее экономически эффективной в саду оказалась схема посадки облепихи сорта Елизавета 3,0×1,0 м (уровень рентабельно-

сти 138%). В производственных насаждениях рекомендуется возделывать облепиху сорта Елизавета по схеме посадки 3,0×1,0 м.

Для создания хороших условий роста и плодоношения облепихи в колочной степи Алтая необходимо со второй половины вегетации (конца июня – начала июля) восполнять недостаток влаги в черноземах поливами.

### Библиографический список

1. Беэр С.А. Алгоритм информационно-логического анализа (на примере оценки влияния природных факторов на численность моллюсков *Bithynia leachi* var. *inflata* Hans) // Журнал общ. биол. – 1972. – Т. 39. – С. 359-372.
2. Бурлакова Л.М. Применение информационно-логического анализа в агрономии // Современные методы исследований в агрономии: сб. науч. трудов. – Барнаул, 1990. – С. 29-36.
3. Пантелеева Е.И. Облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides* L.): монография / РАСХН. Сиб. отд-ние. НИИСС. – Барнаул, 2006. – 249 с.
4. Кузьмина А.А. Оценка урожайности сортообразцов облепихи при выращивании в условиях лесостепи Приобья // Садоводство и цветоводство на современном этапе: сб. науч. тр. юбилейной конф. (г. Бердск, апрель 2005 г.) / РАСХН Сиб. отд-ние. НЗПЯОС им. И.В. Мичурина. – Новосибирск, 2005. – С. 100-103.
5. Михайлова Н.В. Прогрессивные способы возделывания облепихи на юге Западной Сибири: монография. – Барнаул: Азбука, 2005. – 168 с.
6. Хабаров С.Н. Агрэкоэкоэстемы садов юга Западной Сибири / РАСХН. Сиб. отд-ние. НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск, 1999. – 308 с.
7. Макарычев С.В., Гэфке И.В. Плодовый сад: особенности формирования режимов тепла и влаги в почве. // Проблемы рационального природопользования в Алтайском крае: сб. науч. трудов. – Барнаул, 2005. – С. 134-138.
8. Макарычев С.В., Шишкин А.В., Канарский А.А. Мелиоративное влияние садооащитной лесополосы на облепиховые насаждения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 7. – С. 30-35.
9. Макарычев С.В., Шишкин А.В. Формирование теплового режима чернозема под облепихой в условиях Алтайского Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 6 (104). – С. 28-32.

### References

1. Beer S.A. Algorithm informatsionno-logicheskogo analiza (na primere otsenki vliyaniya prirodnykh faktorov na chislennost mollyuskov *Bithynia leachi* var. *inflata* Hans) // Zhurn. obshch. biol. – 1972. – T. 39. – S. 359-372.
2. Burlakova L.M. Primenenie informatsionno-logicheskogo analiza v agronomii // Sovremennye metody issledovaniy v agronomii: sb. nauch. trudov. – Barnaul, 1990. – S. 29-36.
3. Panteleeva E.I. Oblepikha krushinovaya (*Hippophae rhamnoides* L.): monografiya / RASKh. Sib. otd-nie. NIISS. – Barnaul, 2006. – 249 s.
4. Kuzmina A.A. Otsenka urozhaynosti sortoobraztsov oblepikhi pri vyrashchivaniy v usloviyakh lesostepi Priobya // Sadovodstvo i tsvetovodstvo na sovremennom etape: sb. nauch. tr. yubileynoy konf. (Berds, aprel 2005 g.) / RASKhN Sib. otd-nie. NZPYaOS im. I.V. Michurina. – Novosibirsk, 2005. – S. 100-103.
5. Mikhaylova N.V. Progressivnye sposoby vozdeleyvaniya oblepikhi na yuge Zapadnoy Sibiri: monografiya. – Barnaul: Azbuka, 2005. – 168 s.
6. Khabarov S.N. Agroekosistemy sadov yuga Zapadnoy Sibiri / RASKhN. Sib. otd-nie. NIISS im. M.A. Lisavenko. – Novosibirsk, 1999. – 308 s.
7. Makarychev S.V., Gefke I.V. Plodovyy sad: osobennosti formirovaniya rezhimov tepla i vlagi v pochve // Problemy ratsionalnogo prirodopolzovaniya v Altayskom krae: sb. nauch. trudov. – Barnaul, 2005. – S. 134-138.
8. Makarychev S.V., Shishkin A.V., Kanarskiy A.A. Meliorativnoe vliyaniye sadozashchitnoy lesopolosy na oblepikhovye nasazhdeniya // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. – 2009. – № 7. – S. 30-35.
9. Makarychev S.V., Shishkin A.V. Formirovanie teplovogo rezhima chernozema pod oblepikhoy v usloviyakh Altayskogo Priobya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 6 (104). – S. 28-32.