

Выводы

1. Варьирование массы 1000 зерен в выборке изучаемых сортов в 2001-2008 гг. находилось от 4,4 до 11,2%. Формировали массу 1000 зёрен более 50 г в 2001 г. сорта Новосибирский 80, Золотник, Никита, Лука, 2002 г. – Азов, Партнёр, 2003 г. – Новосибирский 80, Партнер, У-20704, Ф-241438, 2008 г. – Т-12 и 2009 г. – Т-12.

На основании двухфакторного дисперсионного анализа установлено, масса 1000 зерен определялась на 45% фактором «год» и фактором «сорт» – на 49%. Сравнивая усреднённые показатели массы 1000 зерен в целом по опыту и по сортам за 8 лет испытания можно выделить: Новосибирский 80 – 47,9 г, Вулкан – 46,7 и Сигнал – 45,1 г.

Отмечены и специфические взаимодействия данных факторов. Так, взаимодействие «год x сорт» на 6 % определяло массу 1000 зерен.

2. Коэффициент вариации процента влажности семян изменялся от низких до средних значений и находился в пределах от 1,9 до 6,2% и только в 2008 г. – 13,4%.

Доминирующий вклад в изменчивость влажности семян вносил фактор «год» – 96%. Влажность зерна ячменя в период уборки во всех вариантах опыта превышала критический порог для закладки на длительное хранение.

3. Коэффициент вариации всхожести семян был в 2001-2009 гг. менее 10%, что указывает на низкую изменчивость признака.

Фактор «год» на 61% определял проявление признака. Сортные различия на

25% определяли формирование всхожести семян. В выборке шести сортов средняя всхожесть в годы исследования варьировала от 91,1 (Соболёк) до 95,1% (Вулкан).

Взаимодействие «год x сорт» определяло всхожесть семян на 14%.

3. Для гарантированного получения семян в условиях степной зоны Республики Хакасия предпочтительнее использовать сорта Вулкан, Бахус, Новосибирский 80 и Ача. Предусмотреть в технологии производства приёмы по снижению влажности семенного зерна.

Библиографический список

1. Акимов Д.Н. Программа обработки данных полевого опыта FieldExpert v1.3 Pro. [Электронный ресурс]. – Приклад. программа (728 Кб) / Д.Н. Акимов / ФГНУ «Государственный координационный центр информационных технологий», Отраслевой фонд алгоритмов и программ, номер ФАП 9455 от 14.11.2007. – 1 электрон. диск (CD-ROM). – Системные требования: MS Excel 2003 или выше; дисккод CD-ROM; Загл. с этикетки диска.

2. Бобрышев Ф.И. Семеноводство сохранено и будет совершенствоваться / Ф.И. Бобрышев // Земледелие. – 1999. – № 4. – С. 21.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

4. Малько А.М. Научно-практические основы контроля качества и сертификации семян в условиях рыночной экономики / А.М. Малько. – М.: 2004. – 288 с.



УДК 633.11 «321»:581.1:579(571.15)

**В.С. Курсакова,
Л.А. Ступина,
Д.В. Драчев**

**РАБОТА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА
ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ
В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО ЗАСУШЛИВОЙ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ
АЛТАЙСКОГО КРАЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТОВ
НЕСИМБИОТИЧЕСКИХ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ**

Ключевые слова: ризосферная микрофлора, инокуляция, пшеница, урожайность, ассимилирующая поверх-

ность, фотосинтетический потенциал, продуктивность фотосинтеза, биопрепараты.

Основным органом поглощения солнечной радиации является лист, и он, как орган фотосинтеза, способствует образованию первичных продуктов. Размер листьев, их количество и интенсивность работы будут в конечном итоге определять урожайность сельскохозяйственных культур. На продукционный процесс оказывают влияние многие факторы и, в первую очередь, минеральное питание. Поэтому применение минеральных удобрений является необходимым условием повышения урожайности растений. Однако в современных экономических условиях при снижении их использования необходимо обратить внимание на природные факторы, и особенно на почвенные микроорганизмы, которые принимают самое непосредственное участие в превращении веществ и обеспечении ими растений. Среди ризосферной микрофлоры особое место занимают азотфиксирующие бактерии, которые не только обеспечивают растения минеральным азотом за счет его фиксации из атмосферы, но также фосфором и калием в результате мобилизации его почвенных запасов. Использование биопрепаратов на основе азотфиксирующих бактерий служит дополнительным источником обеспечения растений биогенными элементами, что имеет и экономическое, и экологическое значение [1].

В последние годы выявлены новые штаммы микроорганизмов, обладающие высокой биологической активностью. Они способны синтезировать фитогормоны, антибиотики, подавлять развитие в почве патогенной микрофлоры, что в конечном итоге снижает заболеваемость растений и улучшает качество растениеводческой продукции [2].

Поэтому изучение взаимодействия растений и микроорганизмов, их влияния на фотосинтетическую активность и на весь продукционный процесс имеет важнейшее значение и особую актуальность.

Методы исследований

Полевые исследования проводили в 2007-2008 гг. на опытном поле Алтайского ГАУ. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный с нейтральной реакцией среды. Почва достаточно обеспечена подвижным фосфором и калием и недостаточно – нитратным азотом.

Объектом исследования служил районированный сорт яровой мягкой пшеницы Алтайская 530.

Для инокуляции семян яровой пшеницы были использованы биопрепараты, содержащие культуры ассоциативных азотфиксирующих бактерий: флавобактерин, ризоагрин, азоризин и экстрасол. Обработку семян проводили перед посевом из расчета 600 г препарата на гектарную норму. Опыты проводили как на фоне минеральных удобрений, так и без них. Минеральные удобрения (аммиачная селитра, двойной суперфосфат, калий хлористый) в дозе $N_{30}P_{60}K_{60}$ кг/га, служившие фоном, вносили в рядки при посеве. Посев в 2007 г. проводили по озимой ржи, в 2008 г. – по чистому пару во второй декаде мая. Норма высева – 5 млн всхожих зерен на гектар, глубина заделки 4-5 см. Повторность опыта трехкратная, площадь одной делянки – 5 м².

Площадь листьев пшеницы определяли по методу параметров. Чистую продуктивность (ЧПФ) и фотосинтетический потенциал (ФСР) – по методике А.А. Ничипоровича. КПД фотосинтеза определяли по формуле:

$$КПД = \frac{B \times 100}{A},$$

где А – количество энергии, поступившей за период вегетации на 1 га посева, кДж;

В – количество энергии, накопившейся в органической массе урожая, кДж.

Суммарный приток ФАР за вегетационный период для пшеницы равен 94,6 кДж/см² сезон. Калорийность пшеницы равна 18631 кДж/кг [3].

Продуктивность листьев определяли на 1000 единиц ФСР путем отношения их к урожайности. Математическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного и корреляционного анализов по Б.П. Доспехову.

Метеорологические условия в годы исследования различались между собой по тепло- и влагообеспеченности. Вегетационный период 2007 года характеризовался как достаточно обеспеченный влагой в начале вегетации (ГТК мая и июня составлял 1,41 и 1,37) и острозасушливым во второй половине периода. В 2008 г. распределение осадков в течение вегетационного периода было более равномерным с некоторым преимуществом в середине вегетации, поэтому условия года были более благоприятными для развития пшеницы.

Результаты исследований

Формирование листового аппарата растений пшеницы при использовании несим-

биотических ассоциативных бактерий в 2007-2008 гг. представлено на рисунках 1 и 2.

В 2007 г. нарастание листовой поверхности активнее протекало на вариантах с использованием препаратов. Наибольшая площадь листьев сформировалась на вариантах с использованием азоризина и флавобактерина в чистом виде и на вариантах с использованием ризоагрина и экстрасола на фоне минеральных удобрений. Действие флавобактерина на фоне минеральных удобрений не проявилось.

В 2008 г. нарастание листовой поверхности на вариантах с внесением чистых биопрепаратов было практически одинаковым на всех вариантах с небольшим преобладанием действия флавобактерина и азоризина в начале вегетации и экстрасола к концу вегетации пшеницы. На фоне минеральных препаратов действие биопрепаратов снижалось, кроме ризоагрина, где была сформирована максимальная листовая поверхность к концу вегетации.

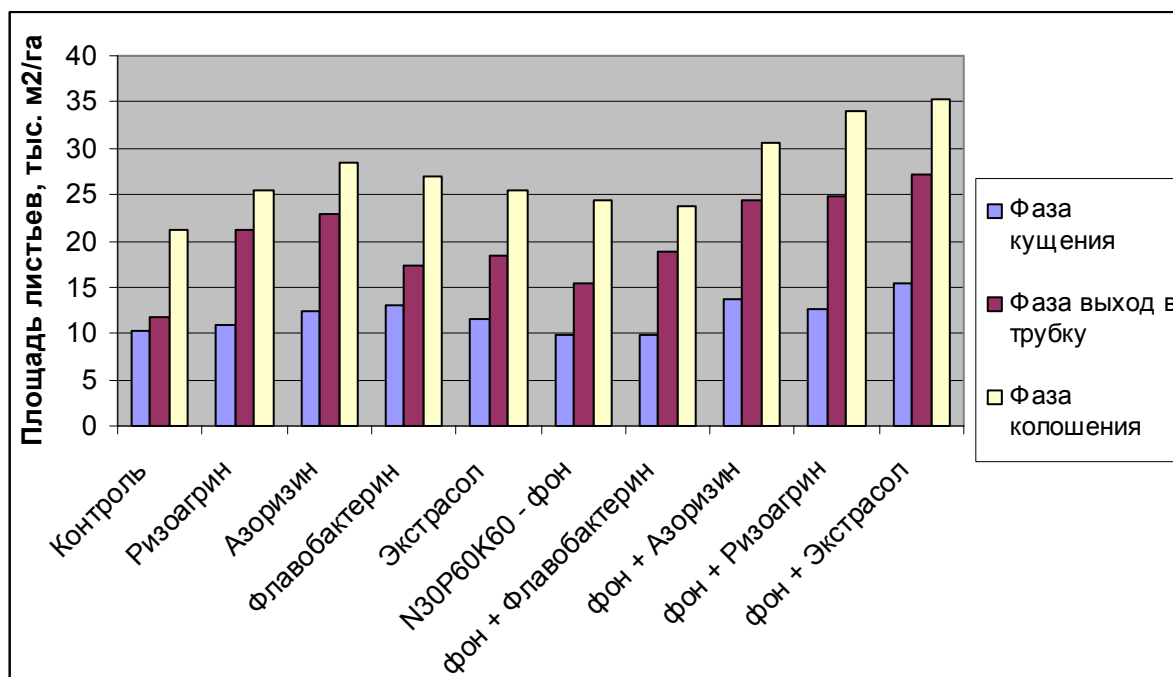


Рис. 1. Динамика площади листовой поверхности яровой пшеницы, 2007 г.

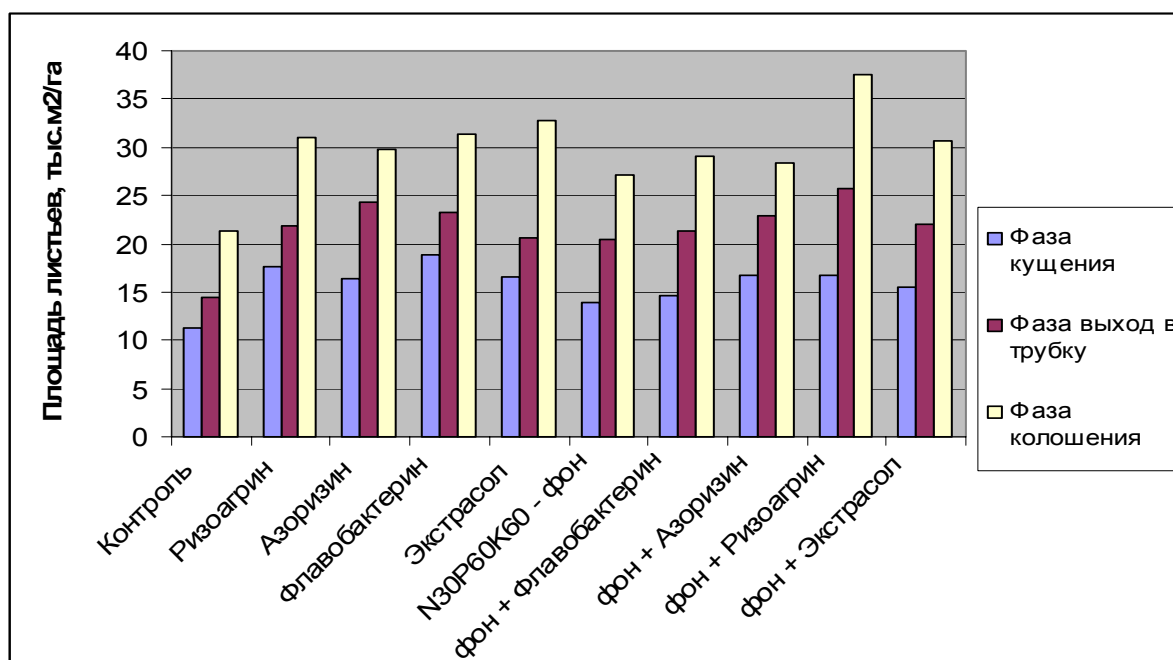


Рис. 2. Динамика площади листовой поверхности яровой пшеницы, 2008 г.

Влияние препаратов азотфиксирующих бактерий и минеральных удобрений на чистую продуктивность фотосинтеза (г/м² сутки) представлено в таблице 1, где ЧПФ₁ характеризует прирост сухой массы за период кущение – выход в трубку, ЧПФ₂ – выход в трубку – колошение.

Результаты показали, что применение препаратов азотфиксирующих бактерий способствовало повышению чистой продуктивности фотосинтеза пшеницы. В 2007 г. ЧПФ₁ на всех вариантах был выше, чем за второй период вегетации – ЧПФ₂. Как за первый период, так и за второй наибольший прирост сухой массы растений среди вариантов с внесением чистых инокулянтов был с применением экстрасола – 4,50 г/м² сутки. Внесение препаратов по фону минеральных удобрений несколько снижало ЧПФ, по сравнению с инокулированными вариантами. Это могло быть связано с самозатенением листьев. Связь урожайности яровой пшеницы с чистой продуктивностью фотосинтеза высокая (r = 0,72-0,99).

В 2008 г. максимальное накопление сухого вещества в растениях наблюдалось в период выход в трубку – колошение (ЧПФ₁), что объясняется образованием генеративных органов, стимулирующих процесс фотосинтеза.

Более активное накопление сухого вещества за оба периода было на варианте с использованием экстрасола. Максимальный прирост сухой массы составил 4,58 г/м² сутки во второй период, что на 1,14 г выше контрольного. По фону минеральных удобрений наибольший эффект наблюдался на ризоагрине, ЧПФ₁ состави-

ла 3,90, ЧПФ₂ – 4,07 г/м² сутки. За текущий вегетационный период также прослеживалась тесная связь урожайности пшеницы с показателями чистой продуктивности фотосинтеза, коэффициент корреляции составил 0,70-0,99. Отмечается некоторое повышение тесноты связи ЧПФ с урожайностью при инокуляции.

Применение препаратов азотфиксирующих бактерий способствовало повышению работы и активности растений яровой пшеницы сорта Алтайская 530 (табл. 2).

В 2007 г. на контроле ФСП составил 1,07 млн м² дней. Наибольшую мощность работы имели листья на варианте с использованием флавобактерина и азоризина – 1,46 и 1,30 млн м² дней га соответственно. На варианте с использованием минеральных удобрений ФСП составил 1,22 млн м² дней га. При совместном применении минеральных удобрений и ассоциативных бактерий ФСП был выше только при использовании ризоагрина и экстрасола. Связь признака с урожайностью оказалась тесной при r, равным 0,78-0,99.

В 2008 г. ФСП растений пшеницы был выше, по сравнению с 2007 г., и на контроле составил 1,14 млн м² дней га. Использование препаратов также способствовало увеличению мощности работы листьев, особенно флавобактерин и азоризин. Влияние препаратов на фоне минеральных удобрений на мощность работы листьев было менее значительно, за исключением ризоагрина. Отмечена также тесная связь ФСП с урожайностью пшеницы (табл. 2).

Таблица 1

Чистая продуктивность фотосинтеза растений пшеницы, г/м² сутки

Вариант	2007 г.				2008 г.			
	ЧПФ ₁ , г/м ² ·сут.	r	ЧПФ ₂ , г/м ² ·сут.	r	ЧПФ ₁ , г/м ² ·сут.	r	ЧПФ ₂ , г/м ² ·сут.	r
Контроль	3,42	0,90	2,73	0,91	3,0	0,81	3,44	0,87
Флавобактерин	3,80	0,99	3,40	0,88	3,33	0,89	3,58	0,77
Азоризин	3,60	0,91	3,33	0,93	3,22	0,99	3,75	0,99
Ризоагрин	3,80	0,97	3,13	0,98	3,44	0,92	3,67	0,86
Экстрасол	4,50	0,98	3,92	0,91	4,0	0,94	4,58	0,78
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	3,60	0,99	3,50	0,86	3,33	0,93	3,57	0,99
Фон + флавобактерин	3,60	0,99	3,67	0,99	3,88	0,99	4,0	0,88
Фон + азоризин	4,0	0,85	3,33	0,78	3,70	0,99	3,93	0,99
Фон + ризоагрин	4,20	0,99	3,47	0,87	3,90	0,92	4,07	0,94
Фон + экстрасол	3,83	0,72	3,35	0,81	3,55	0,72	3,71	0,70

Примечание. r – коэффициент корреляции ЧПФ с урожайностью яровой пшеницы.

Работа и активность растений яровой пшеницы при использовании препаратов азотфиксирующих бактерий, удобрений и совместного их применения, 2007–2008 гг.

Вариант	2007 г.						2008 г.					
	ФСП, млн м ² дней	r	КПД фотосинтеза, %	r	продуктивность листьев, кг на 1000 ед. ФСП	r	ФСП, млн м ² дней	r	КПД фотосинтеза, %	r	продуктивность листьев, кг на 1000 ед. ФСП	r
Контроль	1,07	0,99	0,34	0,88	1,71	0,99	1,14	0,93	0,56	0,79	2,62	0,89
Флавобакте-рин	1,46	0,81	0,41	0,86	1,38	0,74	1,66	0,79	0,64	0,87	2,05	0,89
Азоризин	1,44	0,99	0,42	0,93	1,56	0,99	1,65	0,99	0,61	0,89	1,98	0,99
Ризоагрин	1,30	0,83	0,38	0,98	1,69	0,90	1,50	0,84	0,64	0,99	2,30	0,97
Экстрасол	1,22	0,98	0,45	0,88	1,96	0,81	1,56	0,98	0,66	0,93	2,26	0,73
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ - фон	1,22	0,87	0,40	0,98	1,75	0,99	1,50	0,90	0,69	0,83	2,46	0,99
Фон + флавобакте-рин	1,25	0,96	0,43	0,98	1,83	0,93	1,45	0,98	0,63	0,97	2,34	0,90
Фон + азо-ризин	1,32	0,78	0,45	0,82	1,83	0,77	1,57	0,99	0,66	0,99	2,26	0,99
Фон + ри-зоагрин	1,50	0,97	0,50	0,96	1,77	0,99	1,70	0,96	0,75	0,71	2,36	0,94
Фон + экс-трасол	1,42	0,94	0,46	0,84	1,72	0,96	1,55	0,99	0,63	0,77	2,17	0,94

Примечание. r – коэффициент корреляции признака с урожайностью яровой пшеницы.

Применение биопрепаратов способствовало увеличению КПД фотосинтеза на 0,04-0,19%. Наибольшее количество солнечной энергии использовалось растениями пшеницы на варианте с экстразолом без удобрений и с ризоагрином на фоне удобрений, как в 2007, так и в 2008 гг. За вегетационный период 2007 г. была отмечена более тесная связь урожайности яровой пшеницы с КПД фотосинтеза, чем в 2008 году (табл. 2).

Вклад листьев в продуктивность яровой пшеницы в более увлажненные годы повышается, что отмечалось в 2008 г. В 2007 г. с меньшим количеством осадков вклад листьев в образование биомассы повышался при использовании биопрепаратов на фоне минеральных удобрений по сравнению с контролем и вариантами с применением чистых препаратов, за исключением варианта с внесением экстразола (табл. 2). При более высокой влажности вегетационного периода вклад листьев в формирование урожайности яровой пшеницы на контрольном варианте оказался выше. Снижение потенциала листьев при использовании азотфиксирующих бактерий можно объяснить большей силой роста и развития растений, что вызывало самозатенение и потерю органической массы на дыхание. В оба года ис-

следования отмечена тесная связь продуктивности листьев с урожайностью яровой пшеницы.

Урожайность яровой пшеницы сорта Алтайская 530 при использовании несимбиотических диазотрофов и минеральных удобрений существенно повышается, что отражено в таблице 3.

В 2007 г. прибавки от применения биопрепаратов диазотрофных бактерий были достоверны, за исключением варианта с использованием флавобактерий и составляли 19,6-22,9%, что выше, чем от удобрений. Использование препаратов по фону минеральных удобрений дало более существенные прибавки – 24,5-44,0%. Наибольшие прибавки урожая получены при использовании экстразола в чистом виде и ризоагрина на фоне минеральных удобрений – 22,9 и 44,0% соответственно.

В 2008 г. урожайность пшеницы сорта Алтайская 530 была выше, чем в засушливый 2007 г. Прибавки урожая от минеральных удобрений оказались более высокими по сравнению с инокулированными вариантами. По фону минеральных удобрений отмечено некоторое снижение урожайности с использованием флавобактерина и экстразола. Наибольшие прибавки урожая (34,4%) получены при использовании ризоагрина по фону удобрений.

Урожайность яровой пшеницы сорта Алтайская 530
при использовании несимбиотических diaзотрофов и минеральных удобрений

Вариант	2007 г.			2008 г.		
	урожай- ность, т/га	прибавка		урожай- ность, т/га	прибавка	
т/га		%	т/га		%	
Контроль	1,84	-	-	29,9	-	-
Флавобактерин	2,02	0,18	9,7	3,41	0,42	14,0
Азоризин	2,24	0,40	21,7	3,26	0,27	9,0
Ризоагрин	2,20	3,60	19,6	3,45	0,46	15,4
Экстрасол	2,39	0,55	22,9	3,52	0,53	17,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	2,14	0,30	16,3	3,69	0,70	23,4
Фон + флавобактерин	2,29	0,45	24,5	3,40	0,41	13,7
Фон + азоризин	2,42	0,58	31,5	3,55	0,56	18,7
Фон + ризоагрин	2,65	0,81	44,0	4,02	1,03	34,4
Фон + экстрасол	2,44	0,60	32,6	3,36	0,37	12,4
НСР ₀₅		0,24			0,30	

Выводы

1. Использование препаратов diaзотрофных бактерий как отдельно, так и совместно с минеральными удобрениями способствует более активному развитию ассимиляционной поверхности пшеницы, также увеличивается чистая продуктивность фотосинтеза, фотосинтетический потенциал, коэффициент использования солнечной энергии и вклад листьев в урожайность яровой пшеницы, особенно на фоне минеральных удобрений в более увлажненные годы.

2. Повышение урожайности яровой пшеницы при использовании несимбиотических diaзотрофов достоверно. Наи-

большие прибавки отмечены при использовании экстрасола в чистом виде и ризоагрина на фоне минеральных удобрений.

Библиографический список

1. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

2. Биопрепараты в сельском хозяйстве / под ред. И.А. Тихонович, Ю.В. Круглова. М.: Изд-во Россельхозакадемия, ГНУ ВНИИСХМ, 2005. – 154 с.

3. Царева Л.Е. Программирование урожая сельскохозяйственных культур / Л.Е. Царева, Ф.М. Стрижова. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. – 36 с.



УДК 631.96

М.В. Орешкин

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ДОНЕЦКОГО КРЯЖА

Ключевые слова: Донецкий кряж, энергия, оценка, эффективность, технологии, сельскохозяйственные культуры, агроценозы, анализ, бобовые травы, сady, почвы, агротехника.

Введение

Как известно, ранее для оценки продуктивности агроценозов применялись стоимостные показатели, но такой подход в настоящее время теряет всякий смысл,