

УДК 65.011.4:633.16.002.2

UDC 65.011.4:633.16.002.2

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И
БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА РАЗНЫХ
ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

**ECONOMICAL AND BIOENERGETICAL
EFFICIENCY OF WINTER BARLEY SORTS ON
VARIOUS IRATION MINERAL NUTRITION**

Ерешко Александр Сергеевич
д.с.-х.н., профессор

Jereshko Alexandr Sergeevich
Dr.Agr.Sci, professor

Хронюк Василий Борисович
к.с.-х.н., доцент

Hronjuk Vasili Borisovich
Cand.Agri.Sci., associate professor

Татаркин Семен Викторович
аспирант
Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, Зерноград, Россия

Tatarkin Semen Victorovich
postgraduate student
The Azov-Blacksea State Agroengineering Academy, Zernograd, Russia

Изложены результаты оценки экономической и биоэнергетической эффективности использования удобрений у разных сортов озимого ячменя в условиях юга Ростовской области, определены оптимальные варианты их применения

The results of the economical and bioenergetics efficiency estimation of using fertilizers of various winter barley sorts in the conditions of the South part of Rostov region are given and optimal variants of their usage are determined

Ключевые слова: ОЗИМЫЙ ЯЧМЕНЬ, СОРТ, УРОЖАЙНОСТЬ, ДОЗЫ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Keywords: WINTERBARLEY, SORT, YIELDING CAPACITY, DOSES OF MINERAL FERTILIZERS

Ячмень является основной зернофуражной культурой в России, где площади посева его в отдельные годы достигают 10-13 млн га, в Ростовской области они колеблются от 0,4 до 0,8 млн га.

Однако урожайность этой культуры все еще не соответствует уровню плодородия почв, неустойчива по годам и в среднем за последние пять лет составила 2,2 т/га.

Повышение урожайности и ее стабильности по годам могут быть достигнуты при условии широкого использования достижений селекции и дальнейшего совершенствования технологий возделывания. При этом удельный вес удобрений в приросте урожая может достигать 40-50%.

Поэтому целью наших исследований было определение оптимальных доз удобрений, оказывающих существенно влияние на урожайность с учетом агрономической, экономической и биоэнергетической эффективности.

Исследования проводились на полях научного севооборота учебно-опытного фермерского хозяйства Азово-Черноморской государственной агроинженерной академии в 2008-2010 гг.

С целью определения оптимальных доз минеральных удобрений был заложен двухфакторный опыт по схеме 4А х 4Б, где фактор А – сорта: Мастер, Добрыня 3, Федор и Романс; фактор Б – дозы удобрений: контроль (без удобрений), $N_{17}P_{17}K_{17}$, $N_{34}P_{34}K_{34}$, $N_{51}P_{51}K_{51}$, $N_{68}P_{68}K_{68}$.

В опыте использовалась нитроаммофоска ($N_{17}P_{17}K_{17}$), которую вносили вносили вручную под предпосевную культивацию, в соответствии со схемой опыта. Учетная площадь делянки 50 м^2 , повторность четырехкратная.

Оценка экономической и биоэнергетической эффективности изучаемых агроприемов проводилась в соответствии с методическими рекомендациями по определению эффективности сельскохозяйственного производства [1, 2].

Анализ экономической эффективности и фактической окупаемости при применении минеральных удобрений показывает, что наибольшая урожайность у сортов озимого ячменя Мастер (5,33 т/га) и Добрыня 3 (6,79 т/га) в среднем за годы исследований отмечалась в варианте внесения удобрений $N_{34}P_{34}K_{34}$. Прибавка урожайности при этом составила 0,40 и 1,15 т/га соответственно (табл. 1).

У сортов Федор и Романс с высокой устойчивостью к полеганию и толерантностью к болезням максимальная урожайность (6,06 и 7,52 т/га) и прибавки в урожайности отмечались при внесении более высоких доз удобрений – $N_{51}P_{51}K_{51}$.

В среднем за годы изучения прибавка урожая от удобрений по сорту Мастер составила 0,23-0,40 т/га по фонам минерального питания. Наибольшим этот показатель был получен при соотношении элементов

питания $N_{34}P_{34}K_{34}$, где он составил 0,40 т/га при окупаемости зерном 3,9 кг/га д.в. и с прибавкой от удобрений 90 руб./га.

Таблица 1 – Экономическая оценка эффективности различных доз минеральных удобрений у сортов озимого ячменя, среднее за 2008-2010 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га		Прибавка от применения удобрений, руб./га	Окупаемость 1 кг/ д.в. удобрения зерном, кг	Экономическая эффективность, руб./га	Рентабельность, %
	по вариантам опыта	± к контролю				
Мастер (стандарт)						
Контроль	4,93	-	-	-	-	205
$N_{17}P_{17}K_{17}$	5,16	0,23	195	4,5	80	182
$N_{34}P_{34}K_{34}$	5,33	0,40	90	3,9	-110	161
$N_{51}P_{51}K_{51}$	5,17	0,24	-	1,6	-1785	133
$N_{68}P_{68}K_{68}$	4,91	-0,02	-	-	-3910	106
Добрыня 3						
Контроль	5,64	-	-	-	-	234
$N_{17}P_{17}K_{17}$	6,30	0,66	2345	12,9	2015	224
$N_{34}P_{34}K_{34}$	6,79	1,15	3840	11,3	3265	211
$N_{51}P_{51}K_{51}$	6,60	0,96	1935	6,3	1455	180
$N_{68}P_{68}K_{68}$	6,40	0,76	-20	3,7	-400	153
Федор						
Контроль	5,02	-	-	-	-	209
$N_{17}P_{17}K_{17}$	5,53	0,51	1595	10,0	1340	196
$N_{34}P_{34}K_{34}$	5,67	0,65	1340	6,4	1015	173
$N_{51}P_{51}K_{51}$	6,06	1,04	2335	6,8	1815	163
$N_{68}P_{68}K_{68}$	5,36	0,34	-2120	1,7	-2290	121
Романс						
Контроль	5,72	-	-	-	-	237
$N_{17}P_{17}K_{17}$	6,26	0,54	1745	10,6	1475	222
$N_{34}P_{34}K_{34}$	6,96	1,24	4290	12,2	3670	216
$N_{51}P_{51}K_{51}$	7,52	1,80	6135	11,8	5235	207
$N_{68}P_{68}K_{68}$	6,88	1,16	1980	5,7	1400	167

Наибольшая окупаемость удобрений зерном получена на фоне минерального питания $N_{17}P_{17}K_{17}$, где этот показатель составил 4,5 кг/кг д.в., а прибавка от удобрений – 195 руб./га.

По сорту Добрыня 3 за годы изучения прибавки урожая составили 0,66-1,15 т/га с окупаемостью д.в. удобрений зерном – 12,9-3,7 кг.

Наиболее эффективным вариантом является внесение минеральных удобрений в дозе $N_{17}P_{17}K_{17}$, где окупаемость д.в. была на уровне 12,9 кг зерна с прибавкой в размере 2345 руб./га. Близкий по значению вариант был с дозой $N_{34}P_{34}K_{34}$, где показатель окупаемости составил 11,3 кг/кг д.в., а прибавка от удобрений отмечена наибольшей – 3840 руб./га.

Прибавка урожая по сорту Фёдор находилась на уровне 0,34-1,04 т/га по фонам минерального питания. Максимальным этот показатель получен по дозе минеральных удобрений $N_{51}P_{51}K_{51}$ – 1,04 т/га, где прибавка от удобрений составила 2335 руб./га, с окупаемостью 6,8 кг/кг.

Наибольшая окупаемость зерном – 10 кг, отмечена в варианте с внесением минерального удобрения в дозе $N_{17}P_{17}K_{17}$, где прибавка их применения составила 1595 руб./га.

Высокая отдача от минеральных удобрений получена по сорту Романс. Прибавка урожая по фонам минерального питания составила 0,54 – 1,80 т/га, что способствовало получению прибавки от удобрений в размере 1745 – 6135 руб./га и окупаемости доз д.в. на уровне 10,6-5,7 кг/кг. Наиболее эффективной была доза минеральных удобрений при соотношении элементов питания $N_{51}P_{51}K_{51}$, где прибавка от удобрений составила 6135 руб./га с окупаемостью д.в. удобрений 11,8 кг зерна.

Оценка экономической эффективности возделывания сортов озимого ячменя в зависимости от фона минерального питания показала, что наилучшим по сорту Мастер этот показатель получен в варианте с использованием минеральных удобрений при соотношении элементов питания $N_{17}P_{17}K_{17}$. Экономический эффект в среднем за годы исследований здесь составил 80 руб./га с уровнем рентабельности 182% и себестоимостью продукции 1775 руб./т.

Наибольшая экономическая эффективность по сорту Добрыня 3 получена в вариантах с дозой $N_{34}P_{34}K_{34}$, где этот показатель составил 3265 руб./га с уровнем рентабельности 211%. Близкие по значению показатели экономической эффективности получены в вариантах минерального питания по дозам д.в. $N_{17}P_{17}K_{17}$ и $N_{51}P_{51}K_{51}$, где экономическая эффективность в сравнении с контролем составила 2015 и 1455 руб./га с уровнем рентабельности 224 и 180% соответственно.

Анализ экономической эффективности по сорту Фёдор показал, что наиболее перспективным вариантом использования удобрений является доза д.в. $N_{51}P_{51}K_{51}$, где получена максимальная урожайность этого сорта – 6,06 т/га и экономическим эффектом в сравнении с контролем – 1815 руб./га, а уровень рентабельности – 163%.

Наиболее перспективным сортом озимого ячменя является изучаемый сорт Романс с урожайностью по фонам минерального питания 6,26-7,52 т/га и рентабельностью 167-222%. По всем изучаемым дозам удобрений получена экономическая эффективность в размере 1400-5235 руб./га. Этот сорт по всем вариантам удобрений обеспечил самый высокий в опыте между сортами условно-чистый доход и самую низкую себестоимость продукции.

Максимальная эффективность получена при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{51}P_{51}K_{51}$, где урожайность была на уровне 7,52 т/га. Она обеспечила наибольшую стоимость валовой продукции в опыте и условно-чистый доход. Экономическую эффективность составила 5235 руб./га, рентабельность – 207%.

С учетом возросшего энергетического и биологического дефицита во всем мире остро возникает необходимость биоэнергетической оценки возделывания сельскохозяйственных культур. Критерием такого анализа может служить коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ), выра-

жающий отношение энергии, содержащейся в полученном урожае, к общим энергетическим затратам, вложенным в производство этого урожая.

Как показали наши исследования, содержание энергии в урожае у сорта-стандарта Мастер по вариантам минерального питания составило с 81,11 ГДж/га на контроле до 85,06 ГДж/га в варианте минерального питания $N_{51}P_{51}K_{51}$. Показатель энергоёмкости продукции по сорту Мастер находился в пределах 2,52 - 4,02 ГДж/т, то есть увеличивался по изучаемым вариантам с 10 до 60%, а урожайность с 4,7 до 12,0%, что повлияло на коэффициент энергетической эффективности, который был на контроле 6,5, а по фонам минерального питания 5,9 – 4,1 (табл. 2).

Энергетический анализ возделывания сорта Добрыня 3 показал, что энергосодержание урожая на контрольном варианте находилось на уровне 92,79 ГДж/га, варианты минерального питания по этому показателю находились в пределах 103,65 – 111,71 ГДж/га.

Высокое содержание энергии в урожае позволило получить величину чистого энергетического дохода на уровне 84,81 – 94,69 ГДж/га на вариантах минерального питания, что повлияло на энергоёмкость продукции, которая составила 2,37-3,20 ГДж/т, с коэффициентом энергетической эффективности 6,9 - 5,1.

Реакция сорта озимого ячменя Фёдор на фоны минерального питания была выражена повышением энергии в урожае на уровне 88,18 ГДж/га на фоне минерального питания $N_{68}P_{68}K_{68}$ до 99,70 ГДж/га на фоне $N_{51}P_{51}K_{51}$. Прибавка урожая от удобрений составила по вариантам минерального питания от 7,0% на фоне $N_{68}P_{68}K_{68}$ до 21,0 % $N_{51}P_{51}K_{51}$, а энергоёмкость продукции возрастала с 6,0% ($N_{17}P_{17}K_{17}$) до 50,0% ($N_{68}P_{68}K_{68}$), что отразилось на затратах энергии по вариантам минерального питания, которые составили 2,63 – 3,72 ГДж на тонну продукции. Все варианты этого сорта можно считать энергетически эффективными при показателе эффективности 6,2 – 4,4.

Таблица 2 - Биоэнергетическая оценка эффективности технологии возделывания сортов озимого ячменя в зависимости от фонов минерального питания, среднее за 2008-2010 гг.

Вариант опыта	Энергосодержание урожая, ГДж/га	Совокупные энергетические затраты, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Энергоёмкость продукции, ГДж/т	Коэффициент энергетической эффективности
Мастер (стандарт)					
Контроль	81,11	12,42	68,69	2,52	6,5
N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	84,89	14,37	70,52	2,78	5,9
N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄	87,69	16,29	71,40	3,06	5,4
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	85,06	18,04	67,02	3,49	4,7
N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	80,78	19,74	61,04	4,02	4,1
Добрыня 3					
Контроль	92,79	12,78	80,01	2,27	7,3
N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	103,65	14,94	88,71	2,37	6,9
N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄	111,71	17,02	94,69	2,51	6,6
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	108,58	18,75	89,83	2,84	5,8
N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	105,29	20,48	84,81	3,20	5,1
Федор					
Контроль	82,59	12,47	70,12	2,48	6,6
N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	90,98	14,56	76,42	2,63	6,2
N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄	93,28	16,46	76,82	2,90	5,7
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	99,70	18,48	81,22	3,05	5,4
N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	88,18	19,96	68,22	3,72	4,4
Романс					
Контроль	94,10	12,82	81,28	2,24	7,3
N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	102,99	14,92	88,07	2,38	6,9
N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄	114,50	17,10	97,40	2,46	6,7
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	123,72	19,21	104,51	2,55	6,4
N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	113,19	20,72	92,47	3,01	5,5

Максимальные показатели энергетической эффективности в опыте получены по сорту озимого ячменя Романс, где энергосодержание урожая по вариантам минерального питания составило 102,99 – 123,72 ГДж/га, и получена самая низкая энергоёмкость продукции – 2,24-3,01 ГДж/т. Высокий показатель чистого энергетического дохода 104,51 ГДж/га получен на

фоне минерального питания $N_{51}P_{51}K_{51}$, близким по значению был фон минерального питания $N_{34}P_{34}K_{34}$ с показателем чистого энергетического дохода 97,40 ГДж/га. Наименьшая энергоёмкость продукции получена по фону минерального питания $N_{17}P_{17}K_{17}$, где этот показатель находился на уровне 2,38 ГДж/т. Высокая концентрация энергии урожая, и самый низкий в опыте показатель энергоёмкости продукции позволили получить по сорту Романс коэффициент энергетической эффективности по фонам удобрений на уровне 6,9-5,5.

Энергетическая оценка эффективности применения минеральных удобрений, представленная в таблице 3, показывает, что повышение урожайности от применения удобрений энергетически выгодно. Прибавка урожая составляет от 0,23 т/га ($N_{17}P_{17}K_{17}$) у сорта Мастер до 1,80 т/га ($N_{51}P_{51}K_{51}$) у сорта Романс.

Преимущество энергетического анализа как раз и состоит в том, что он позволяет выбрать для изучаемых сортов наиболее энергоэкономный приём, поскольку в одном случае одна тонна прибавки обходится в 32,7 МДж, а в другом – 234,2 МДж.

Оценка эффективности различных доз минеральных удобрений позволяет утверждать, что внесение минеральных удобрений повышает урожайность изучаемых сортов озимого ячменя от 0,23 до 1,80 т/га. Однако, необходимо учитывать, что с внесением удобрений резко возрастают затраты на технологию возделывания. Полученные данные свидетельствуют о резком колебании энергозатрат по изучаемым сортам и дозам действующего вещества удобрений.

Наименьшие прибавки урожайности от минеральных удобрений среди изучаемых сортов озимого ячменя получены по сорту Мастер 0,23-0,40 т/га, где энергетические затраты на одну тонну прибавки урожая составили 84,8 – 234,2 МДж, в зависимости от дозы действующего вещества удобрений.

Таблица 3 - Энергетическая оценка эффективности различных доз минеральных удобрений, среднее за 2008-2010 гг.

Вариант опыта	Прибавка к контролю, т/га	Энергетические затраты на 1 т прибавки, МДж	Коэффициент энергетической эффективности
Мастер (стандарт)			
Контроль	-	-	6,5
N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	0,23	84,8	5,9
N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄	0,40	96,8	5,4
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	0,24	234,2	4,7
N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	-0,02	-	4,1
Добрыня 3			
Контроль	-	-	7,3
N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	0,66	32,7	6,9
N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄	1,15	36,9	6,6
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	0,96	62,2	5,8
N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	0,76	101,3	5,1
Федор			
Контроль	-	-	6,6
N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	0,51	41,0	6,2
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	0,65	61,4	5,7
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	1,04	57,8	5,4
N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	0,34	220,3	4,4
Романс			
Контроль	-	-	7,3
N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	0,54	38,9	6,9
N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄	1,24	34,5	6,7
N ₅₁ P ₅₁ K ₅₁	1,80	35,5	6,4
N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈	1,16	68,1	5,5

Максимальная прибавка урожайности 0,40 т/га получена в варианте удобрений N₃₄P₃₄K₃₄ с затратами энергии 968 МДж на единицу прибавки и коэффициентом энергетической эффективности 5,4. Наиболее рациональным является вариант удобрений N₁₇P₁₇K₁₇ с энергетическими затратами 84,8 МДж на единицу прибавки и коэффициентом энергетической эффективности 5,9.

Изучаемый сорт Мастер может быть использован в нормальных (базовых) технологиях при энергетических затратах 14 – 16 ГДж/га, при уро-

жайности до 5,0 – 5,3 т/га и соотношении элементов питания $N_{17}P_{17}K_{17}$ и $N_{34}P_{34}K_{34}$. Более высокие дозы действующего вещества удобрений при соотношении элементов питания $N_{51}P_{51}K_{51}$ - $N_{68}P_{68}K_{68}$, из-за высоких энергетических затрат на единицу прибавки не рациональны.

Прибавка урожая по сорту озимого ячменя Добрыня 3 в вариантах минеральных удобрений была на уровне 0,66-1,15 т/га, с энергетическими затратами на одну единицу прибавки урожая 32,7 – 101,3 МДж в зависимости от дозы действующего вещества удобрений. Наиболее энергоэкономным вариантом этого сорта является фон минерального питания $N_{17}P_{17}K_{17}$, где при уровне прибавки 0,66 т/га энергетические затраты составили 32,7 МДж на единицу продукции, при коэффициенте энергетической эффективности 6,9. Этот сорт озимого ячменя может быть использован как в нормальных (базовых) технологиях с энергетическими затратами 13-15 ГДж/га и урожайностью 6,0 т/га и соотношением элементов питания $N_{17}P_{17}K_{17}$, так и в интенсивных технологиях с энергетическими затратами 17-20 ГДж/га и соотношением элементов питания $N_{34}P_{34}K_{34}$ и $N_{51}P_{51}K_{51}$ с урожайностью до 6,8 т/га.

Прибавка урожайности по сорту озимого ячменя Фёдор по вариантам удобрений находилась на уровне 0,34 – 1,04 т/га с энергетическими затратами на одну тонну прибавки урожая на уровне 41,0 – 220,3 МДж в зависимости от дозы действующего вещества удобрений. Самый энергоэкономный вариант этого сорта на фоне минерального питания $N_{17}P_{17}K_{17}$ с прибавкой урожая 0,51 ц/га и наименьшими затратами на единицу прибавки – 41,0 МДж и фон удобрений $N_{34}P_{34}K_{34}$ с энергозатратами на единицу прибавки 61,4 МДж можно использовать в нормальных (базовых) технологиях с урожайностью 5,7 т/га и энергетическими затратами 14-16 ГДж/га при соотношении элементов питания $N_{17}P_{17}K_{17}$ и $N_{34}P_{34}K_{34}$, с коэффициентом энергетической эффективности 6,2 – 5,7.

Высокий потенциал использования удобрений обеспечил изучаемый сорт озимого ячменя Романс, где высокая урожайность и лучшее качество зерна позволяют использовать этот сорт в интенсивных технологиях с энергетическими затратами на уровне 15-21 ГДж/га, с урожайностью 6,5-7,5 т/га. Изучаемые дозы действующего вещества минеральных удобрений при соотношении элементов питания $N_{17}P_{17}K_{17}$, $N_{34}P_{34}K_{34}$, $N_{51}P_{51}K_{51}$ и $N_{68}P_{68}K_{68}$ с энергетическими затратами на единицу прибавки урожая 34,5 – 68,1 МДж позволяют получить энергии с урожаем в 6,9 – 5,5 раза больше, чем затраты энергии на технологию возделывания этого урожая.

Таким образом, энергетический подход к выявлению эффективности минеральных удобрений при технологии возделывания сортов озимого ячменя указывает на то, что на единицу произведённой продукции затрачивается в несколько раз меньше энергии, чем возвращается с урожаем, а данные по изучаемой технологии возделывания озимого ячменя можно считать энергетически эффективными. Наиболее перспективным сортом озимого ячменя по результатам экономического и биоэнергетического анализа можно считать сорт Романс, так как на единицу энергозатрат технологии возделывания получено наибольшее количество энергии урожая, что решает проблему рационального использования энергетических ресурсов в земледелии, особенно с учетом нынешней дороговизны минеральных удобрений.

Литература

1. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники [Текст]. – Ч.1. – М.: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации, 1998. – С.10-20.
2. Пупонин, А.И. Оценка энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур [Текст]/В.А. Захаренко, Учебно-методическое пособие. – М.: Изд-во МСХА, 1998. – 42 с.