

**РОЛЬ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И СБАЛАНСИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ  
УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**В.В. Лапа, ак. НАН Беларуси, И.М. Богдевич, ак. НАН Беларуси, Г.В. Пироговская, д.с.-х.н.,  
С.С. Хмелевский, к.с.-х.н., В.И. Сороко, к.с.-х.н.,  
Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси  
ул. Казинца, 90, 220108, г. Минск, Республика Беларусь  
brissagro@gmail.com, Тел.+375 (17) 351-08-21**

Показана роль плодородия почв и сбалансированного применения минеральных удобрений в повышении устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным погодным условиям в период вегетации. Повышение содержания подвижных форм фосфора и калия (по методу Кирсанова) в дерново-подзолистых супесчаных почвах до оптимальных уровней (200-300 мг/кг почвы) существенно повышает устойчивость овса к пониженным температурам воздуха, а применение сбалансированных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений – урожайность зерна ячменя до 30% по сравнению с несбалансированным соотношением этих элементов.

*Ключевые слова:* плодородие почв, применение удобрений, ячмень, дерново-подзолистая почва, макро- и микро-элементы.

Для цитирования: Лапа В.В., Богдевич И.М., Пироговская Г.В., Хмелевский С.С., Сороко В.И. Роль плодородия почв и сбалансированного применения удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур//Плодородие. – 2026. – №1. – С. 41-44. DOI: 10.25680/S19948603.2026.148.08.

Одной из важнейших технологических задач при возделывании сельскохозяйственных культур, наряду с формированием высокой урожайности, является повышение их устойчивости к неблагоприятным погодным условиям, таким как недостаточное выпадение атмосферных осадков в период вегетации, особенно в критические периоды развития растений, или весенние заморозки, которые могут приводить к значительным потерям урожайности. Такие негативные погодные явления в последние годы в Республике Беларусь отмечаются все чаще. Селекционным путем созданы сорта, устойчивые к таким неблагоприятным погодным условиям чрезвычайно сложно.

В настоящее время и в перспективе технологии возделывания сельскохозяйственных культур должны быть всепогодными, чтобы минимально реагировать снижением урожайности при неблагоприятных погодных условиях.

Повышение устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным условиям необходимо обеспечивать за счет технологических решений, из которых, как показывают результаты научных исследований, наиболее эффективны агрохимические приемы. Основными из них являются содержание в почвах подвижных форм фосфора и калия и сбалансированное внесение основной дозы минеральных удобрений в почву до посева.

Для того, чтобы противостоять неблагоприятным погодным условиям растениям нужно сформировать мощную корневую систему, проникающую в возможно более глубокие слои почвы, а также обеспечить за счет сбалансированного применения удобрений оптимальное минеральное питание. Более глубокое проникновение корневой системы при засушливых условиях в период вегетации обеспечит лучший водный режим растений.

Реализация этих условий может быть основой всепогодной технологии возделывания сельскохозяйственных

культур. Такая технология сможет сформировать максимальную урожайность возделываемой культуры. При благоприятных погодных условиях и соблюдении всех остальных требований технологии (обработка почвы, сроки посева, химическая защита посевов от сорняков, болезней и вредителей) будет сформирована максимальная урожайность культуры в пределах потенциала сорта, а при неблагоприятных погодных условиях – относительно меньшее снижение урожайности по сравнению с полями, где нарушены требования технологии.

Комплекс агрохимических мероприятий, необходимых для реализации всепогодной технологии, включает долговременные меры, направленные на повышение в почвах запасов гумуса и элементов питания до оптимальных значений, и ежегодное сбалансированное внесение минеральных удобрений до посева культур и подкормки азотными удобрениями и микроудобрениями в период вегетации в соответствии с биологическими требованиями растений.

Преобладающие в структуре пашни Республики Беларусь дерново-подзолистые почвы очень сильно зависят от погодных условий. Здесь наблюдается недостаточная обеспеченность растений элементами питания и гумусом, который определяет ряд агрофизических свойств, важных для формирования урожайности сельскохозяйственных культур.

Поэтому постоянное повышение плодородия почв до оптимального уровня – основная задача сельскохозяйственного производства как на ближайшую, так и на отдаленную перспективу. Высокоплодородные почвы, характеризующиеся оптимальным уровнем кислотности, запасами гумуса, благоприятными агрофизическими свойствами, способны лучше противостоять неблагоприятным погодным условиям.



Рис. 1. Посевы овса на почве с содержанием фосфора 100 мг/кг почвы в первый день после заморозка



Рис. 2. Посевы овса на почве с содержанием фосфора 300 мг/кг почвы в первый день после заморозка



Рис. 3. Посевы овса на почве с содержанием калия 100 мг/кг в первый день после заморозка



Рис. 4. Посевы овса на почве с содержанием калия 300 мг/кг в первый день после заморозка

В исследованиях Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, проводимых на дерново-подзолистой супесчаной почве с искусственно созданными агрохимическими фонами (100, 200, 300, 400 мг/кг почвы подвижных форм фосфора и калия), 10 июня 2000 г. было отмечено понижение температуры воздуха до  $-12^{\circ}\text{C}$ , что сказалось по-разному на посевах овса (рис. 1-4).

На почве с содержанием подвижного фосфора 100 мг/кг погибло около 80% растений, а урожайность во время уборки в варианте с внесением полного минерального удобрения с оптимальным соотношением азота, фосфора и калия составила 8,0 ц/га. На почве с содержанием фосфора 200 мг/кг погибло около 30% растений овса и получена урожайность зерна 28,0 ц/га. На почве с содержанием фосфора 300 и 400 мг/кг гибель растений овса не отмечена, а урожайность его зерна составила 42,0 ц/га.

Дифференцированное повышение содержания фосфора и калия в пахотных почвах в А<sub>пах</sub> до оптимальных уровней заложено в программу расчетов оптимальных доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры, ежегодно разрабатываемую на ЭВМ в областных проектно-изыскательских станциях по химизации сельского хозяйства для всех хозяйств Республики Беларусь. По данным крупномасштабного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий, средневзвешенное содержание подвижного фосфора в пахотных почвах в настоящее время составляет 177 мг/кг, калия – 207 мг/кг почвы [1]. В 2006-2015 г. на пахотных почвах вносили 42-44 кг д.в./га фосфорных и 122-124 кг д.в./га калийных удобрений. Это позволило создать определенный запас прочности к неблагоприятным погодным условиям и не допустить в последующие годы снижения урожайности сельскохозяйственных культур. Кроме того, в структуре пашни сформировался достаточно большой (около 25%) массив почв с оптимальной кислотностью, содержанием фосфора и калия более 250 мг/кг почвы и гумуса более 2,5%. Потенциал таких почв позволяет получать урожайность зерновых культур 70-80 ц/га и более и минимально реагировать на неблагоприятные погодные условия.

Однако после 2015 г. внесение минеральных удобрений, особенно фосфорных, существенно снизилось. Так, в 2016-2024 г. на 1 га пахотных почв приходилось только от 64 до 93 кг д.в. азотных, 18-22 фосфорных и 76-97 кг д.в. калийных удобрений.

Эти уровни применения минеральных удобрений не являются оптимальными, а несбалансированное соотношение элементов питания приводит к снижению в целом их эффективности прибавкой урожайности.

Интенсивное растениеводство, устойчивое к неблагоприятным погодным условиям, возможно при достаточной обеспеченности пахотных почв фосфором и калием. Оптимум содержания этих элементов для дерново-подзолистых почв составляет 200-300 мг/кг почвы.

Поэтому первое условие для всепогодной технологии возделывания сельскохозяйственных культур заключается в улучшении агрохимических свойств почв: оптимальная кислотность (рН 6,0-6,2), оптимальное содержание фосфора, калия, гумуса. Для этого объемы применения минеральных удобрений должны соответствовать расчетной потребности на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур, в которой заложены нормативы для обеспечения этого условия.

Другим важным условием всепогодной технологии является сбалансированное применение минеральных удобрений до посева сельскохозяйственных культур с заделкой на глубину 14-16 см. Сбалансированность минерального питания в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур должна обеспечиваться всеми необходимыми, в соответствии с биологическими особенностями растений, макро- и микроэлементами [2]. Однако это условие чаще всего нарушается в практической деятельности хозяйств. Так, в последние годы в системе применения удобрений отмечается постоянный дефицит фосфора. В расчете на 1 га пашни в целом по стране в 2016-2024 г. применяли от 18 до 22 кг д.в. фосфорных удобрений. При этом соотношение между азотом, фосфором и калием складывалось от 1,0:0,23:1,18 в 2016 г. до 1,0:0,23:1,04 в 2024 г., т.е. фосфор все эти годы постоянно находился в критическом минимуме и существенно ограничивал окупаемость всех минеральных удобрений прибавкой урожайности возделываемых культур. Учитывая, что фосфор оказывает наиболее значительное влияние на развитие корневой системы растений, можно говорить и о недостаточной устойчивости сельскохозяйственных культур и к неблагоприятным погодным условиям.

Как показывают результаты проведенных исследований на дерново-подзолистой супесчаной почве, неблагоприятные соотношения между азотом, фосфором и калием в удобрениях ячменя приводят к снижению урожайности зерна до 20-28% к варианту со сбалансированным соотношением элементов питания (табл.). Микроэлементы медь и марганец в оптимальном варианте применяли в дозах по 50 г/га д.в. в форме жидких хелатных микроудобрений в фазе начала выхода растений в трубку.

**Влияние сбалансированного применения минеральных удобрений на урожайность ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве**

Вариант	Урожайность, ц/га			Снижение урожайности		Окупаемость 1 кг NPK кг зерна
	2023 г.	2024 г.	среднее	ц/га	%	
1. Контроль (без удобрений)	34,3	21,5	27,9	-	-	-
2. N <sub>60+30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>150</sub> + Cu+ Mn оптимум	58,5	44,8	51,7	-	100	7,9
3. N <sub>60</sub>	44,7	35,0	39,9	-11,9	-23	19,9
4. K <sub>60</sub>	43,3	31,5	37,4	-14,3	-28	15,8
5. K <sub>120</sub>		33,7	38,3	-13,4	-26	8,7
6. N <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	45,6	37,1	41,4	-10,3	-20	7,5
7. N <sub>60+30</sub> K <sub>120</sub>	44,1	33,4	41,3	-10,5	-20	6,4
8. N <sub>45</sub> K <sub>150</sub>	39,5	36,3	37,9	-13,8	-27	5,1
9. N <sub>60</sub> P <sub>15</sub> K <sub>120</sub>	48,7	40,7	44,7	-7,0	-13	8,6
HCP <sub>05</sub>	4,75	3,53	4,18	-	-	-

Радикально изменить такое положение в сельскохозяйственном производстве на основе стандартных подходов к применению минеральных удобрений (карбамид, КАС, аммофос, хлористый калий) в настоящее время не представляется возможным. Нужно переходить на новые технологические оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур. Раздельное использование простых форм минеральных удобрений всегда будет приводить к дефициту какого-либо вида удобрения, за исключением передовых хозяйств, которые постоянно получают высокие урожаи и очень хорошо понимают значение сбалансированного удобрения сельскохозяйственных культур.

Проблема сбалансированности минерального питания сельскохозяйственных культур в научном плане решена путем разработки комплексных форм минеральных удобрений со сбалансированным составом макро- и микроэлементов с учетом биологических особенностей культур для основного внесения в почву до посева. Институтом почвоведения и агрохимии НАН Беларуси совместно с Белорусским государственным технологическим университетом и Гомельским химическим заводом разработан весь необходимый для сельского хозяйства ассортимент таких удобрений [3].

Гомельский химический завод осуществляет их промышленное производство. Разработка и производство комплексных форм минеральных удобрений соответствует современным научным направлениям в сфере агрохимического обслуживания сельского хозяйства. В настоящее время около 70% общего объема применяемых минеральных удобрений используется за рубежом в форме комплексных удобрений.

Комплексные минеральные удобрения, производимые на Гомельском химическом заводе, широко востребованы на экспорт, однако доля их применения в хозяйствах республики еще относительно невелика.

Расширение объемов их применения в сельскохозяйственном производстве позволит не только задействовать этот важный резерв для повышения урожайности сельскохозяйственных культур без увеличения общей потребности в минеральных удобрениях, но и существенно повысить окупаемость применяемых минеральных удобрений до 10-12 кг зерна на 1 кг NPK и уменьшить зависимость продукционных процессов растений от неблагоприятных погодных условий.

Следует отметить, что передовые хозяйства, постоянно получающие высокую урожайность сельскохозяйственных культур, обеспечивают сбалансированную систему удобрения при использовании простых форм минеральных удобрений, даже при применении их в повышенных дозах. Однако, для всех остальных хозяйств, которые в целом обеспечивают основную валовую сбор растениеводческой продукции, важнейшим резервом увеличения урожайности является переход на применение комплексных форм минеральных удобрений.

**Заключение.** 1. Основными факторами, определяющими устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным погодным условиям, являются обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и калия и сбалансированное применение оптимальных доз минеральных удобрений в почву до посева.

2. Нижние границы оптимальных уровней содержания подвижных форм фосфора и калия в дерново-подзолистых почвах, определяющие стрессоустойчивость растений, составляют 200-250 мг/кг почвы.

Дифференцированные нормативы для достижения указанных параметров заложены в методику расчета оптимальных доз удобрений на ЭВМ, используемую при разработке планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры областными проектно-испытательскими станциями по химизации сельского хозяйства. Достижение нижней границы оптимального содержания подвижных форм фосфора и калия в пахотных почвах обеспечивается при объемах применения минеральных удобрений, соответствующих расчетной потребности на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур.

3. Наиболее важным резервом повышения урожайности сельскохозяйственных культур в настоящее время является улучшение сбалансированности элементов питания в системе удобрения сельскохозяйственных культур. Это возможно при более широком использовании в сельском хозяйстве комплексных форм минеральных удобрений со сбалансированным соотношением

элементов питания, учитывающим биологические особенности отдельных культур, производимых на Гомельском химическом заводе. Переход на широкое применение комплексных минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве позволит за счет сбалансированного соотношения элементов питания повысить устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям, обеспечить повышение окупаемости 1 кг NPK до 10-12 к.е., повышение урожайности возделываемых культур на 25-30%.

*Литература*

1. Богдевич И.М., Лана В.В., Рак М.В. и др. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2017-2020 г.). – Минск, 2022. – 275 с.

2. Лана В.В., Гракун В.В., Хмелевский С.С., Пироговская Г.В., Сорoko В.И. Влияние сбалансированности минерального питания на урожайность ячменя и окупаемость минеральных удобрений// Почвоведение и агрохимия. – 2025. – №1. – С. 44-51.

3. Пироговская Г.В., Лана В.В. Комплексные минеральные удобрения: разработка, применение, эффективность. – Минск, 2021. – 334 с.

**THE ROLE OF SOIL FERTILITY AND BALANCED APPLICATION OF FERTILIZERS FOR AGRICULTURAL CROPS IN THE SYSTEM OF PROFITABLE AGRICULTURE**

*V.V. Lapa, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, I.M. Bogdevitsch, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Pirogovskaya G.V., Doctor of Agricultural Sciences, Khmelevsky S.S., Soroko V.I.*

*Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Belarus*

*The role of soil fertility and balanced application of mineral fertilizers in increasing the resistance of crops to adverse weather conditions during the growing season is shown. Increasing the content of mobile forms of phosphorus and potassium (according to the Kirsanov method) in sod-podzolic sandy loam soils to optimal levels (200-300 mg/kg of soil significantly increases the resistance of oats to low air temperatures, and the use of balanced doses of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers increases the yield of barley grain up to 30% compared with an unbalanced ratio of these elements.*