

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ НА СОДЕРЖАНИЕ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ В ПОЧВАХ БЕЛАРУСИ

The aim of study was the evaluation of influence of soil acidity level on the content of exchangeable calcium and magnesium. On the base of a number of field experiments with various lime rates was considered that the content of calcium and magnesium is sufficient to plant nutrition. The content of exchangeable magnesium considerably increase with pH growing up to 2,5 cmol(+)/kg on sand-loamy soil and 3,5 cmol(+)/kg loamy soil. The content of exchangeable calcium with pH above 5,0 increase d very slowly and is limited 5 cmol(+)/kg on sand-loamy soil and 6 cmol(+)/kg on loamy soil. The index of sum of exchangeable cations of Cappen-Gilkovic is unsatisfactory for characteristic of providing absorption complex of calcium and magnesium, it is recommended to use their content in a neutrally saline extract.

Кислотность – один из важнейших показателей плодородия почв, оказывающий влияние на непосредственный рост и развитие растений. Считается, что оптимизация реакции среды путем известкования улучшает пищевой режим почв, но изучение данных, опубликованных в литературе, свидетельствует о сложном и неоднозначном действии извести, или уровня кислотности почвы, на содержание того или иного элемента в доступной для растений форме. Многое зависит от особенностей изучаемой почвы, конкретного элемента, от доз и форм извести. Обзор англоязычной литературы показал, что известкование одних почв повышает содержание элементов питания, других – снижает [1]. С одной стороны, известь может способствовать переходу элементов питания в более подвижные формы, что определяло, например, успехи стихийного известкования в Западной Европе в средние века, с другой стороны, улучшение реакции среды развития растений может привести к усиленному выносу конкретного питательного элемента и обеднению почвы.

Внесение извести, как правило, в виде карбоната кальция и реже магния существенно сказывается на содержании именно этих элементов в почвах, поэтому целью наших исследований было изучение влияния разных уровней кислотности после внесения доломитовой муки на содержание обменных (доступных культурным растениям) форм кальция и магния в различных почвах Беларуси. Считается, что содержание обменных Ca и Mg тесно коррелирует с pH, но в условиях оптимизации кислотности большинства пахотных почв Беларуси это перестало быть очевидным. Нами использованы материалы целого ряда полевых и вегетационных экспериментов на различных почвах, проведенных по традиционным методикам. Содержание обменных Ca и Mg определялось методом атомной адсорбции в 1M KCl-вытяжке, а водорастворимых форм – в водной вытяжке. В отдельных опытах нами изучена также активность Ca.

Обеднение почвы Ca и Mg с ростом интенсификации земледелия резко усилилось вследствие их выноса растениями, но главным образом из-за миграции из корнеобитаемого слоя с инфильтрационными водами. Проведенные нами ранее исследования [2] показали, что потери кальция и магния в пересчете на CaCO_3 на территории Беларуси составляют в среднем не менее 200 кг/га в год, а в отдельные годы могут достигать 1 т/га. Практически только известкование способно компенсировать естественные потери оснований из корнеобитаемого слоя почв.

В большинстве случаев кальций в почвах содержится в достаточном количестве для нормального роста растений в доступной для них форме. Недостаток кальция – явление довольно редкое, в частности для почв Беларуси. Отсутствие дефицита Ca как элемента питания растений иллюстрируют результаты проведенных нами вегетационных опытов. Так, внесение Ca в форме хлорида, т. е. почти нейтральной соли, существенно не влияло на урожай зерна ячменя, зеленой массы однолетних трав, соломки и семян

льна на дерново-подзолистой супесчаной сильноокислой почве, а урожай сена клевера и люцерны достоверно снижался (с 30 до 21 и с 23 до 18 г/сосуд), вероятно, под влиянием иона хлора. Внесение же Са в традиционной карбонатной форме существенно увеличивало продуктивность.

Вопрос о критическом уровне обеспеченности почвы обменным кальцием и магнием пока остается открытым для большинства почв и стран. В литературе почти не приводится данных об оптимальных интервалах этих показателей главным образом из-за малой потребности в таких нормативах вследствие преобладания почв с достаточной обеспеченностью подвижным кальцием для питания растений. Для почв ряда стран приводятся уровни обеспеченности, ниже которых наблюдается падение урожаев культур. Так, недостаток Са при содержании менее 2 смоль(+)/кг отмечают для почв Болгарии [3] и Западного Самоа [4]. Для большинства почв относительный оптимум содержания Mg – 10–20 %, Са – 60–80 % от емкости катионного обмена (ЕКО), например в Чехии [5].

В целом данные литературы показывают, что критическое содержание кальция 2–6 смоль(+)/кг в обменной форме встречается редко. Подавляющее большинство почв Беларуси имеет более высокие значения этого показателя. Недостаток магния отмечается чаще, но критические его уровни сильно варьируют в зависимости от почв, применяемых вытяжек и других факторов и чаще оцениваются значениями порядка 20–70 мг/кг, что также существенно меньше содержания обменного магния в большинстве почв Беларуси.

Влияние извести на содержание Са и Mg в почвах очевидно, и в литературе много данных, свидетельствующих об увеличении их содержания с ростом pH почвы, но рамки данной статьи не позволяют провести подробный обзор.

В наших исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при pH около 4,9 исходная активность кальция составила 0,13 ммоль/л с колебаниями по делянкам от 0,09 до 0,19 ммоль/л. Она сохранилась примерно на том же уровне и через 3 года, тогда как внесение извести до уровня pH 5,5 повысило активность кальция в 2–3 раза (до 0,39–0,50 ммоль/л), а повышение pH до 6,1 способствовало примерно пятикратному увеличению активности кальция (табл. 1). Несмотря на заметный рост активности кальция, в опыте зафиксировано увеличение значений известкового потенциала, что свидетельствует о повышении энергии, необходимой для замещения водорода на кальций при снижении кислотности почв, и частично объясняет отсутствие существенных изменений в содержании обменного кальция в этом и других опытах.

Таблица 1

Известковый потенциал и активность кальция через три года после внесения извести в дерново-подзолистую легкосуглинистую почву

Вариант опыта	pH – 0,5 pCa			a _{Ca++} , ммоль/л		
	4,9*	5,5	6,1	4,9	5,5	6,1
Контроль	4,08	4,65	5,00	0,20	0,45	0,48
НPK**	3,81	4,69	4,91	0,13	0,44	0,60
ОУ***	3,85	4,56	4,91	0,17	0,41	0,68
НPK + ОУ	3,85	4,57	5,03	0,18	0,41	0,65
НCP ₀₅	0,20			0,14		

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3: * – уровни pH, **NPK – уровень применения минеральных удобрений, в среднем N68P80K127, ***ОУ – органические удобрения (12 т/га севооборотной площади).

На дерново-подзолистой супесчаной почве через 2 года после внесения доломитовой муки, несмотря на сильную кислотность (pH 4,0), активность кальция в фоновом варианте была заметно выше (в среднем 0,38 ммоль/л). Вероятно поэтому увеличение активности при известковании было сравни-

тельно меньшим – до 0,51–0,57 ммоль/л при внесении 11,5 т/га доломитовой муки и до 0,40–0,47 при 6,5 т/га. Но в любом случае очевидно, что известкование способствует повышению активности кальция в почвенном растворе дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава независимо от их исходной кислотности.

В Беларуси известкование уже долгие годы осуществляется доломитовой мукой, содержащей около 20 % MgO при 30 % CaO, что существенно сказывается на их содержании в почвах. В наших исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Центральной Беларуси уже через год после внесения извести содержание обменного магния резко возросло, тогда как содержание обменного кальция почти не изменилось (табл. 2).

Таблица 2

Влияние извести на содержание обменных кальция и магния при разных системах удобрения через один, три и восемь лет после внесения, мг/кг

Вариант опыта	1989			1991			1996		
	4,9*	5,5	6,1	4,9	5,5	6,1	4,9	5,5	6,1
Обменный кальций, мг/кг									
Контроль	920	820	945	776	695	744	910	900	1043
НРК**	905	835	965	714	731	750	890	858	960
ОУ***	925	885	1035	790	737	842	945	940	1073
НРК + ОУ	925	840	1070	798	732	930	935	965	1078
НСП ₀₅	143			110			103		
Обменный магний, мг/кг									
Контроль	176	231	297	152	188	208	169	198	309
НРК	150	224	282	117	199	212	143	190	303
ОУ	162	248	303	126	196	216	140	213	319
НРК + ОУ	165	270	286	124	185	234	134	219	306
НСП ₀₅	36			22			27		

С течением времени увеличение содержания обменного кальция благодаря известкованию стало статистически значимым (см. табл. 2). В целом за 8 лет эксперимента прирост этого показателя от внесения стандартных (6,5 т/га) и повышенных (12,4 т/га) доз извести составил 97 и 129 мг/кг по сравнению с неизвесткованным блоком, т. е. лишь на 10–15 %.

Содержание обменного магния под влиянием внесения доломитовой муки возросло в 2 раза от полной и в 2,5 раза от повышенной дозы уже через год после внесения и сохранялось примерно на одном уровне в течение всех 8 лет исследований (1988–1996 гг.).

Отмеченный характер влияния уровня кислотности на содержание обменных кальция и магния подтверждается результатами дисперсионного анализа экспериментальных данных. Варьирование содержания кальция в первые годы на 9–13 % было обусловлено дозами извести, на 6–8 % – органическими удобрениями, а 75–80 % общей изменчивости определялось случайными факторами. Лишь к 1996 г. известь стала определять 24 % варьирования, а доля случайных факторов упала до 65 %. По содержанию обменного магния, напротив, во все годы 72–85 % варьирования детерминировалось фактором извести, т. е. внесение доломитовой муки является решающим фактором формирования обеспеченности почв доступным растениям магнием как в данном эксперименте, так и в почвах Беларуси в целом.

На почвах, не отличающихся сильной кислотностью, внесение доломитовой муки, не меняя существенно содержание обменного кальция, значительно увеличивает абсолютное и относительное содержание водорастворимого кальция. Так, его содержание через два года составило 21 мг/кг при pH 5,5 и 30 мг/кг при pH 6,1 против 15 мг/кг при исходном значении pH 4,9. Особо следует подчеркнуть, что во всех вариантах и во все годы исследований этот показатель не опускался ниже 8 мг/кг, что значительно выше

критического уровня в 1 мг/кг, отмечаемого некоторыми авторами [5]. Абсолютное количество водорастворимых форм магния также существенно возрастает (примерно с 6 до 8 и 13 мг/кг), но относительное содержание меняется мало.

На различных почвах характер и степень улучшения свойств почв, в том числе содержания обменных катионов, под влиянием извести существенно различаются. Это обусловлено как свойствами конкретной почвы, дозами и формами мелиоранта, так и неравномерностью распределения извести в почве, что часто встречается в почвах кормовых угодий из-за некачественной заделки и плохого перемешивания извести с почвой.

Наши исследования на дерново-подзолистой сильнокислой супесчаной почве показали (табл. 3), что при невысокой обеспеченности кальцием прирост содержания его обменных форм может быть весьма значительным при хорошей заделке извести в пахотном слое.

Таблица 3

Влияние доз и способов внесения извести на содержание обменных форм кальция в дерново-подзолистой супесчаной почве, мг/кг почвы

Варианты	1994 г.	1994 г., поле 2			1996 г.	
	поле 1	0–10 см	10–20 см	20–30 см	поле 1	поле 2
Обменный кальций, мг/кг						
Контроль	355	355	290	190	435	385
6,5 т/га CaCO_3 (Ca_1) под вспашку	400	455	610	200	545	530
Ca_1 под вспашку и культивацию*	505	585	430	215	605	580
Ca_1 под культивацию	520	565	305	175	590	550
Ca_1 поверхностно	420	470	260	190	520	495
11,5 т/га CaCO_3 (Ca_2) под вспашку	420	485	670	210	560	520
Ca_2 под вспашку и культивацию*	615	535	510	235	690	635
Ca_2 под культивацию	525	610	250	150	600	605
Ca_2 поверхностно	445	590	280	215	605	540
HCP_{05}	164	124	125	68	115	128
Обменный магний, мг/кг						
Контроль	98	152	53	37	178	180
6,5 т/га CaCO_3 (Ca_1) под вспашку	168	176	268	54	244	228
Ca_1 под вспашку и культивацию*	224	199	163	52	272	252
Ca_1 под культивацию	248	236	79	37	276	251
Ca_1 поверхностно	181	147	60	37	244	235
11,5 т/га CaCO_3 (Ca_2) под вспашку	233	187	300	56	259	232
Ca_2 под вспашку и культивацию*	300	225	216	80	376	241
Ca_2 под культивацию	251	255	90	44	274	264
Ca_2 поверхностно	218	202	71	40	310	231
HCP_{05}	88	76	47	40	40	54

Примечание.* Внесение извести проведено в два приема по 0,5 дозы.

По некоторым данным, в бедной почве известкование способно изменить содержание кальция вглубь до 60 см, не влияя на содержание других макроэлементов [6]. В наших исследованиях уже в слое почвы 20–30 см, не затронутом обработками, существенных изменений в содержании обменного кальция не произошло независимо от доз извести. В слое 0–10 см лишь внесение извести под вспашку дало недостоверный прирост, тогда как в слое 10–20 см достоверное увеличение содержания обменного Ca было именно в вариантах с внесением хотя бы половины дозы под вспашку.

Ограниченность влияния извести на содержание обменного кальция слоем почвы, в который она заделана, естественно, так как на основании радиометрических измерений установлено размытое (диффузное) распределение кальция в почве [7]. При этом происходило как вертикальное нисходящее движение, так и боковое смещение, но средняя скорость передвижения кальция составила лишь 2–3 см/год. Таким образом, более активное взаимодействие кальция с почвенным поглощающим комплексом (ППК) происходит только при хорошем контакте мелиоранта с почвой. Распреде-

ление извести в виде очагов затрудняет взаимодействие кальция с основной массой почвы и приводит к локальной нейтрализации почвенной кислотности.

Внесение доломитовой муки под вспашку способствовало росту содержания обменного магния даже в подпахотном (20–30 см) слое, что говорит о несколько большей миграционной способности Mg по сравнению с Ca. В слое 10–20 см при внесении 11,5 т/га под вспашку зафиксировано 6-кратное увеличение содержания обменного магния и во всех вариантах с внесением хотя бы части извести под вспашку увеличение было достоверным, особенно при большей дозе. Слой 0–10 см, изначально лучше обеспеченный Mg, достоверно обогащался лишь при внесении всей дозы под культивацию. В целом по пахотному слою достоверное (в 2–3 раза) увеличение содержания обменного магния было зафиксировано при высокой дозе доломитовой муки или при внесении стандартной дозы послойно либо под культивацию.

При отсутствии ежегодных обработок почвы доломитовая мука очень медленно взаимодействует с почвой, что показывает и существенное увеличение содержания обменных магния и даже кальция на пятый год исследований (1996 г.) по сравнению с третьим.

В целом данные эксперимента показывают, что с точки зрения обогащения дерново-подзолистых почв сенокосов и пастбищ обменными Ca и Mg наиболее рациональным является внесение доломитовой муки под культивацию в стандартных дозах, так как при этом достигается наибольший удельный прирост содержания этих элементов. Но столь значительное увеличение этих показателей стало возможным лишь благодаря крайне низкой исходной кислотности данной почвы (рН в KCl 4 и ниже). Определение содержания поглощенных оснований в традиционной солянокислой вытяжке показало крайне низкую насыщенность – от 0 (!) до 3 смоль(+)/кг, тогда как внесение извести позволило на третий год достичь в лучших вариантах показателей около 10 смоль(+)/кг почвы. Поскольку полное отсутствие поглощенных почвой кальция и магния в дерново-подзолистых почвах абсурдно с почвоведческой точки зрения (на любой делянке содержание обменных кальция и магния было не менее 2 и 1 смоль(+)/кг соответственно), то классический показатель суммы поглощенных оснований является непригодным для объективной характеристики свойств почвенного поглощающего комплекса не только карбонатных (что общеизвестно), но и сильнокислых почв. А так как показатель 10 смоль(+)/кг почвы превышает общий объем ЕКО для супесчаных почв, то этот показатель малоприменим и для любых почв. Более информативной является оценка степени насыщенности или ненасыщенности почвы основаниями через использование данных нейтрально-солевой вытяжки, т. е. обменных форм.

На слабокислых почвах изменения в содержании обменных Ca и Mg менее значительны. В нашем опыте на такой же дерново-подзолистой супесчаной слабоглееватой почве в Воложинском районе с исходным рН в KCl 5,6–5,9 увеличение содержания обменного магния было значительно меньшим – на 21 мг/кг от 4 т/га и 46 мг/кг от 8 т/га CaCO_3 , а содержание обменного кальция практически не возрастало, оставаясь на уровне 600–730 мг/кг.

Известкование обычно способствует росту содержания доступных форм кальция и магния и в органогенных почвах, например в торфяных почвах Финляндии [8]. В нашем эксперименте за четыре года проведения полевого эксперимента на торфяной маломощной почве внесение 5 т/га доломитовой муки увеличило содержание обменного магния на 0,83; 10 т/га – на 1,30; 15 т/га – на 1,05 г/кг против 1,0 г/кг в известкованном блоке, т. е. магниевое окультуривание почвы идет при внесении доломитовой муки довольно интенсивно и на торфяно-болотных почвах, но быстро достигает определенных пределов уже при достижении pH_{KCl} около 5,0.

По содержанию обменного кальция существенных изменений по сравнению с исходным уровнем не установлено даже при внесении 15 т/га CaCO_3 , т. е. и на торфяно-болотных почвах объективно существует предел насыщенности поглощающего комплекса кальцием.

При экстремально низких значениях pH (3,5) существенное накопление обменного кальция в торфяной почве идет быстро и зависит от доз. Так, уже за два года нашего вегетационного эксперимента оно возросло с 2,8 до 4,0 г/кг (9 т/га CaCO_3) и до 5,3 г/кг (18 т/га CaCO_3). Содержание обменного магния, как и в других опытах, резко увеличивалось после внесения доломитовой муки – в 2,5 раза при дозе 18 т/га.

На дерново-подзолистой песчаной почве в вегетационном опыте за три года внесение 6 т/га доломитовой муки не меняло содержание обменного кальция (504 и 520 мг/кг) и резко увеличивало содержание обменного магния (с 53 до 175 мг/кг), тогда как внесение 6 и 30 т/га дефеката увеличивало содержание обменного кальция до 860 и 1173 мг/кг и не меняло содержание обменного магния (63 и 53 мг/кг), т. е. в изменении показателей огромную роль играет форма известкового мелиоранта.

Примечательно, что внесение кальция в легкодоступной окисной форме на дерново-подзолистой слабокислой супесчаной почве также повышает содержание обменного кальция в сравнительно малой степени – не более чем на 20 %. Вместе с тем эти изменения статистически достоверны даже через четыре года после внесения, хотя в целом окисные формы извести действуют быстрее, но скорее затухает эффект их действия, тогда как в вариантах с доломитовой мукой все еще продолжался рост содержания обменного Ca. Внесение окиси магния резко (в 1,5 раза – с 648 до 413 мг/кг) снижало содержание Ca в почве из-за их конкуренции, но с течением времени равновесие в почве восстанавливалось, и на четвертый год разница с контролем уменьшилась более чем втрое. Внесение MgO значительно (в 3,5 раза – с 114 до 395 мг/кг) повысило содержание обменного магния в почве, особенно в первый год, тогда как внесение CaO достоверно снижало этот показатель. Другими словами, избыток кальция или магния в почвенном растворе при внесении их оксидов резко меняет соотношение между Ca и Mg в почвенном поглощающем комплексе.

Практическое значение этого явления состоит в возможности ликвидировать резкую диспропорцию между Ca и Mg в почве, т. е. при эквивалентном соотношении Ca/Mg более 10, например, внесение MgO позволит быстро и резко улучшить это соотношение. При эквивалентном соотношении менее 2, напротив, внесение гашеной или негашеной извести способно значительно поднять относительное и абсолютное содержание обменного кальция в почве. В целом же известь в оксидной форме применять нецелесообразно из-за высокой себестоимости.

Сходный, но менее выраженный характер влияния на содержание обменных форм кальция и магния в почве имеет и их применение в виде нейтральных солей (MgSO_4 , CaCl_2), что вообще не является известкованием, поскольку кислотность почвы не изменяется. Соль магния слегка снижала содержание кальция (в первый год) и увеличивала содержание магния, и, наоборот, соль Ca снижала в первые год–два содержание магния и увеличивала содержание обменного кальция, но в значительно меньшей степени, чем доломитовая мука. В целом почвенный поглощающий комплекс большинства пахотных почв Беларуси в настоящее время сильно насыщен кальцием и известкование заметно увеличивает содержание обменных его форм лишь на сильнокислых и (реже) среднекислых почвах. Существенное дальнейшее насыщение ППК кальцием невозможно из-за его ограниченных размеров, причем даже применение заведомо нереальных высоких доз доломитовой муки существенно не увеличивает этот показатель. Так, внесение в данном опыте 36 т/га доломитовой муки сравнительно слабо увели-

чивало содержание обменного Са по сравнению с дозой 12 т/га (с 716 до 848 и 884 мг/кг на второй год).

Проведенные исследования показывают, что обменных кальция и магния в почвах тем больше, чем выше показатели pH. Однако существенное накопление обменных форм магния прекращается при значении pH ~ 6,0, а кальция – уже при pH ~ 5,0. Наибольшее содержание обменных кальция и магния наблюдается в торфяно-болотных почвах, а в минеральных оно растет с утяжелением гранулометрического состава. Максимальные установленные значения содержания обменного кальция на супесчаных почвах не превышают 1000 мг/кг (5 смоль(+)/кг), на суглинистых – 1200 мг/кг (6 смоль(+)/кг), обменного магния – 2,5 и 3,5 смоль(+)/кг соответственно. Запасы обменного кальция даже на оптимизированных по кислотности почвах не превышают 3 т/га (на торфяных – 4 т/га), магния – 0,8 т/га (на торфяных – до 2 т/га), что более чем достаточно для нормального обеспечения культурных растений этими питательными элементами.

Таким образом, внесение извести в почвы Беларуси обогащает их обменным кальцием и особенно магнием (при использовании доломитовой муки), улучшая условия роста и развития растений. Накопление магния опережает накопление кальция и в перспективе может стать актуальной задачей использования форм извести, не содержащих магния. Обогащение обменными катионами ограничено размерами емкости поглощения. Примерные пределы насыщения ППК кальцием – 70 %, магнием – 40 %. Показатель суммы обменных оснований по Каппену–Гильковицу является непригодным для характеристики обеспеченности ППК кальцием и магнием, рекомендуется использовать их содержание в нейтрально-солевой вытяжке.

1. Smallidge P.J., Brach A.R., Mackun I.R. // *Environmental Reviews*. 1993. № 1–2. P. 157.
2. Клебанович Н.В., Василюк Г.В., Шапшеева Т.П. // *Почвоведение и агрохимия*. Мн., 1996. Вып. 29. С. 39.
3. Палавеев Т., Тотев Т. Кислотность почв и методы ее устранения. М., 1983.
4. Bekker A.W., Chase R.G., Hue N.V. // *Fertilizer Research*. 1993. Vol. 36. № 3. P. 211.
5. Matula J. // *Agrochemia*. 1984. S. 333.
6. Хованов В.Г. // *Агрохимия*. 1969. № 8. С. 79.
7. Пупонин А.И., Платонов И.Г., Манолий Г.Г., Широныхев К.А. // *Агрохимия*. 1990. № 1. С. 65.
8. Nieminen M., Patila A. // *Suo*. 1994. Vol. 45. № 4–5. P. 97.

Поступила в редакцию 16.02.2001.

Клебанович Николай Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения и геологии БГУ.

УДК 338:91(476)

В.П. СИДОРЕНКО

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛЕВЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ (НА ПРИМЕРЕ ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА БЕЛАРУСИ)

Some theoretical regional aspects in new political and economical conditions are shown. Evaluation of first stage of chemical transformation complex of Belarus is made. Main direction of his further transformation is defined.

Отраслевой региональный комплекс – это совокупность предприятий сложной отрасли промышленности на территории экономического района, формирующаяся в тесной связи с особенностями экономических и природных условий и транспортно-географического положения региона. Данный тип комплексов, формируясь в условиях плановой экономики, выделялся наиболее концентрированным проявлением двух основных аспектов территориально-производственных сочетаний – территориальным и отраслевым. Однако взаимодействие отрасль–территория присуще любой экономике.

